

§1. KHÁI NIỆM CHUNG

- **Khung:** *cột + dầm* , liên kết với nhau bằng mắt cứng hoặc khớp, cùng với sàn và mái tạo nên một kết cấu không gian có độ cứng lớn.
- **Khung không dầm:** *bản sàn + cột* ; cho phép tạo trần phẳng, giảm chiều cao tầng, dễ làm ván khuôn, dễ đặt cốt thép và đổ bê tông ...

- **Nút khung:**

- ✓ Cứng: độ cứng của khung cao, biến dạng ít, moment uốn phân phối tương đối đều đặn hơn ở đầu nút và giữa các thanh → làm việc hợp lý hơn, vượt nhịp lớn hơn.

- ✓ Khớp: độ cứng của khung giảm, tải trọng gây moment cho bộ phận chịu trực tiếp tác dụng của nó → làm việc ít hợp lý.

*** *Khung là một hệ siêu tĩnh, chọn tỷ lệ độ cứng hợp lý giữa các cấu kiện*

⇒ phân phối nội lực hợp lý giữa các bộ phận

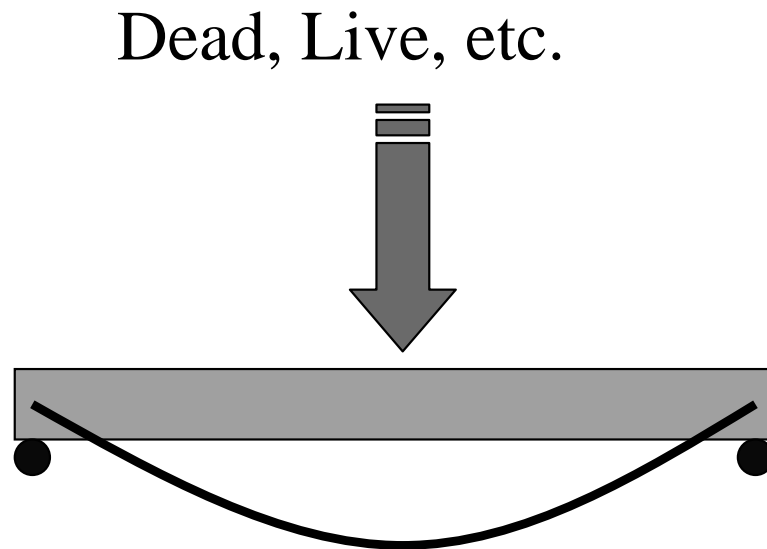
⇒ giảm biến dạng, bảo đảm bền vững.

§1. KHÁI NIỆM CHUNG

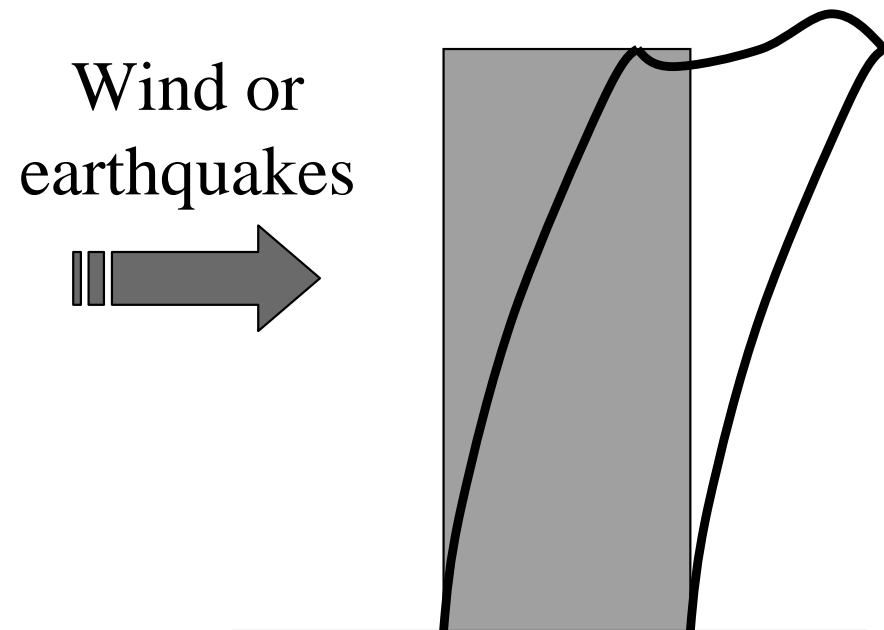
Phân loại khung

- *Phương pháp thi công:*
 - ✓ Khung toàn khối
 - ✓ Khung lắp ghép
 - ✓ Khung bán lắp ghép
- *Số nhịp, số tầng: 1/ nhiều nhịp , 1/ nhiều tầng .*
- *Khung tĩnh định và khung siêu tĩnh*
- *Khung phẳng và khung không gian*
- *Nhà khung và nhà kết hợp (vách, lõi cứng)*

Biến dạng (BD) đứng (võng -sag)

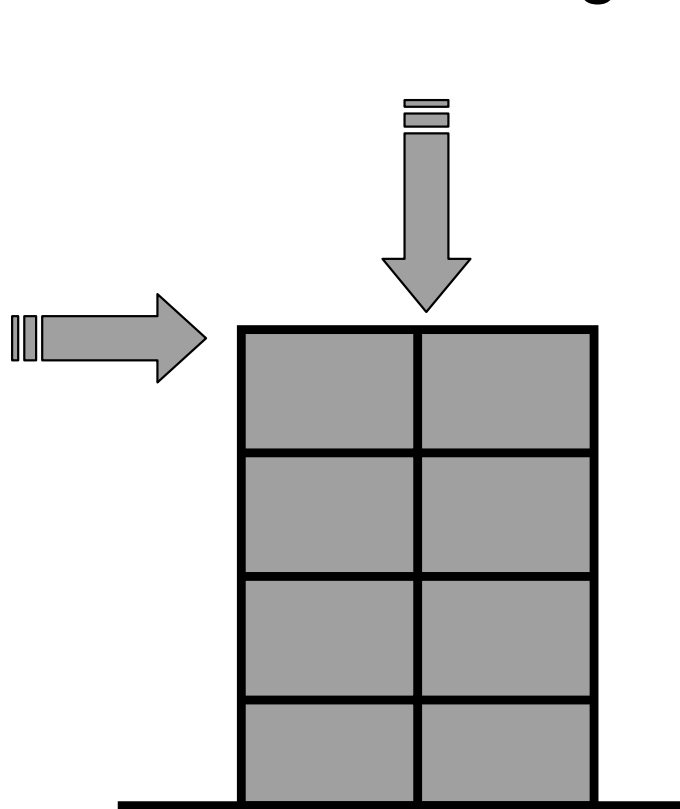


BD ngang (lắc lư -sway)

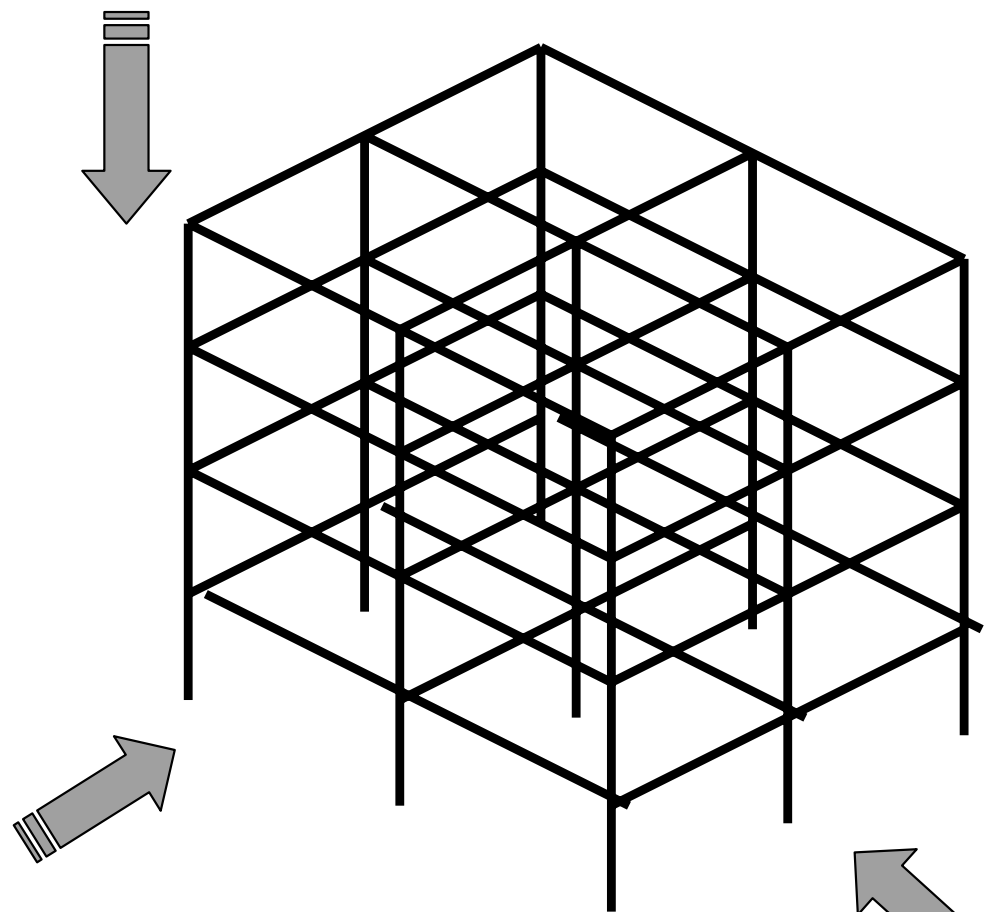


Nguyên lý cơ bản: chuyển vị thực phải nằm trong giới hạn cho phép khi công trình chịu tải sử dụng, tải tính toán, và các tải trọng môi trường khác.

Khung: là hệ thống bao gồm dầm (sàn) cùng với cột chịu biến dạng uốn

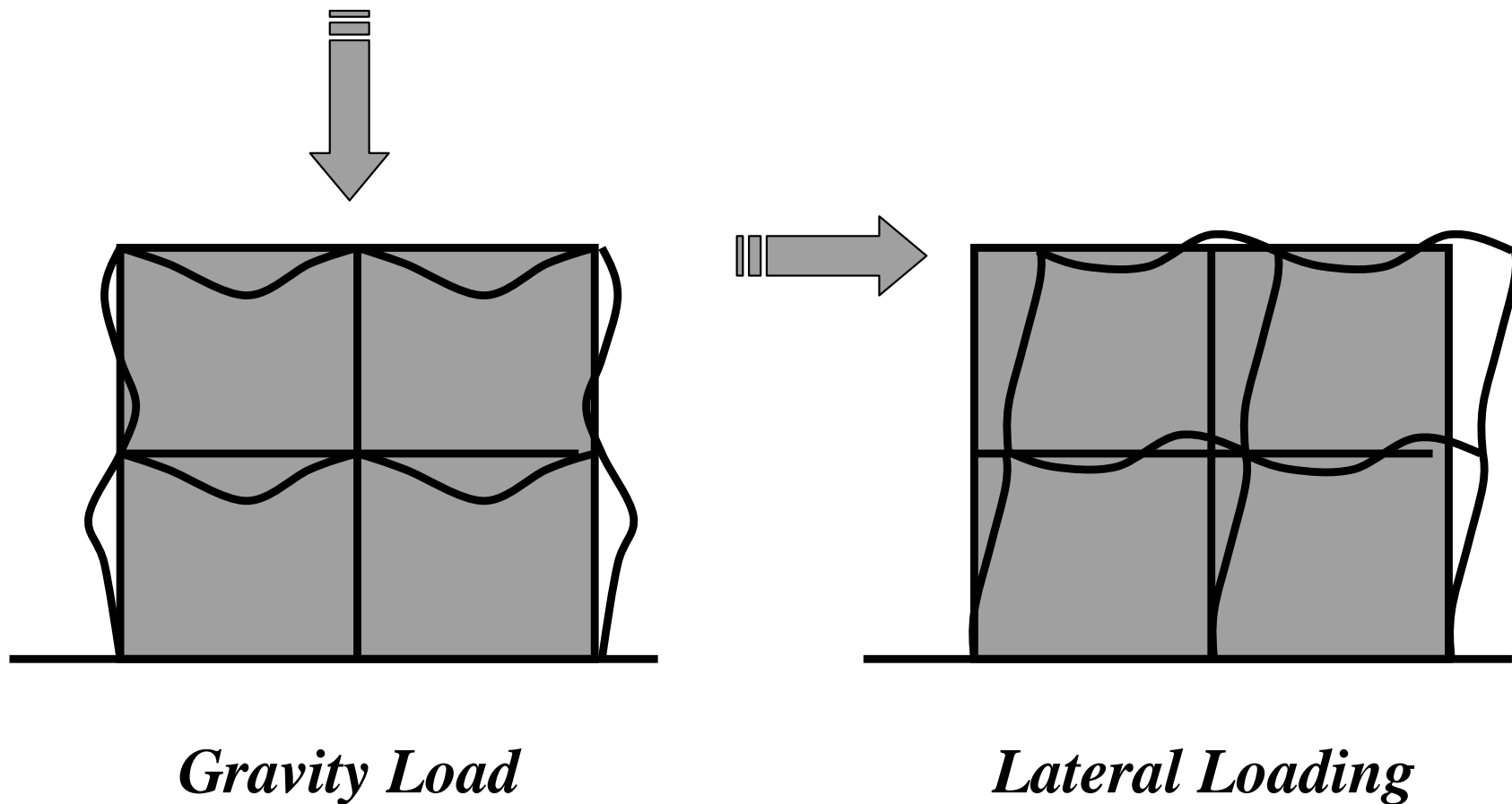


Planar (2D)



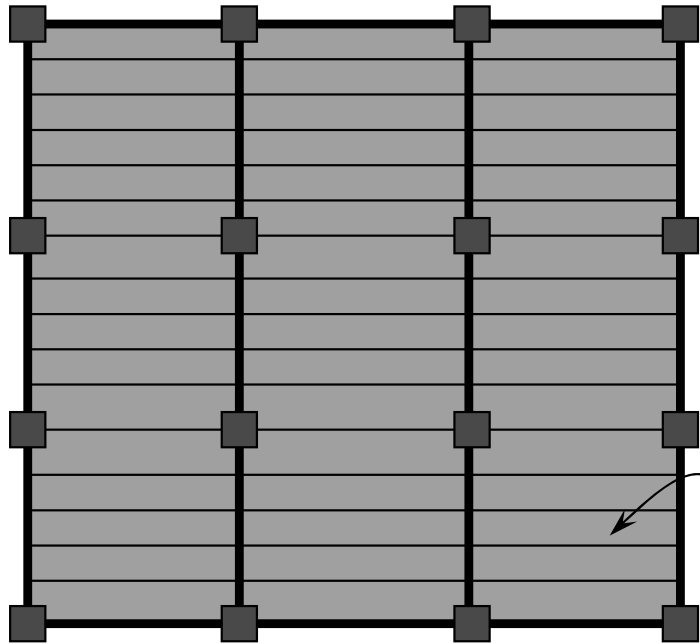
Space (3D)

Chuyển vị của khung khi chịu tải



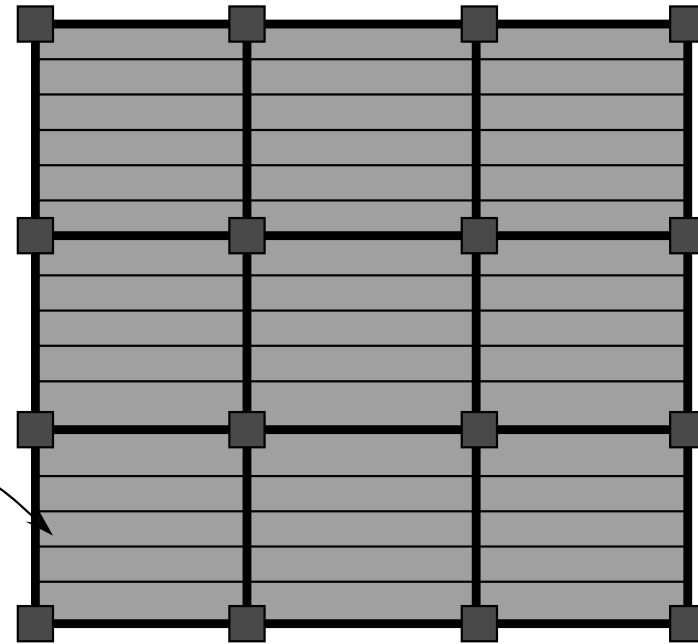
Phân biệt khung phẳng & khung không gian (mặt bằng)

2 or 4 frames ↑, 2 frames ←



Phẳng

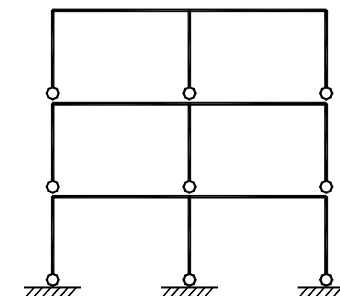
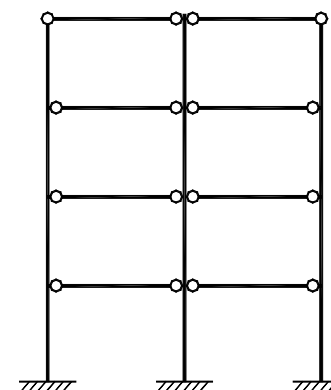
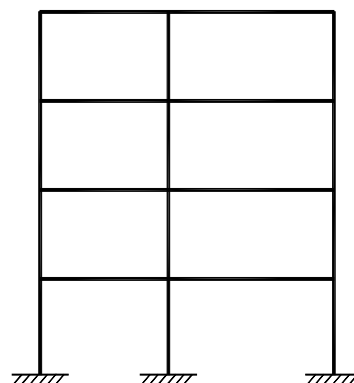
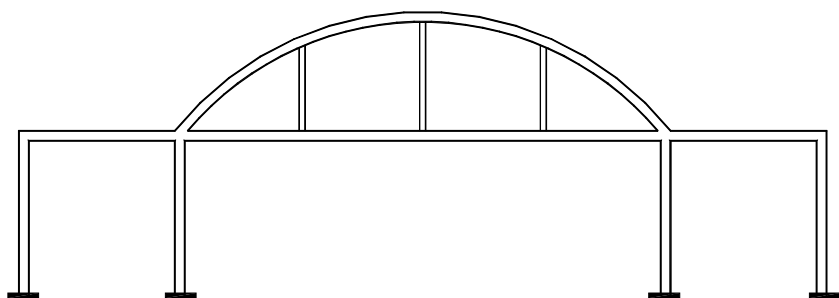
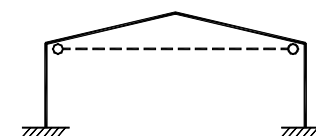
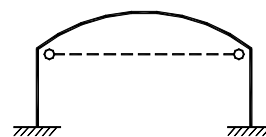
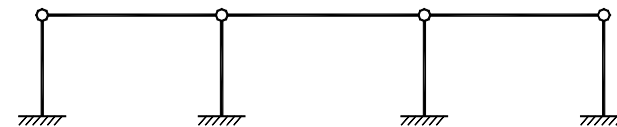
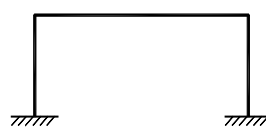
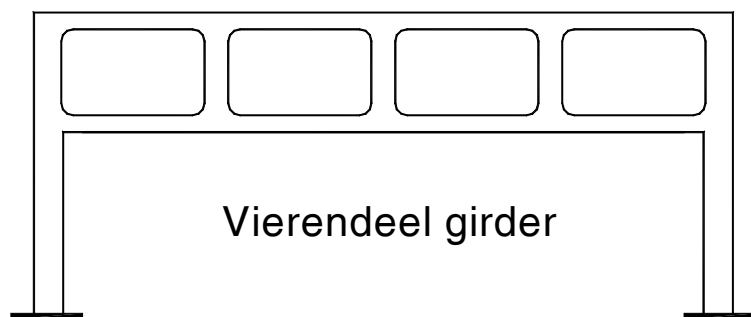
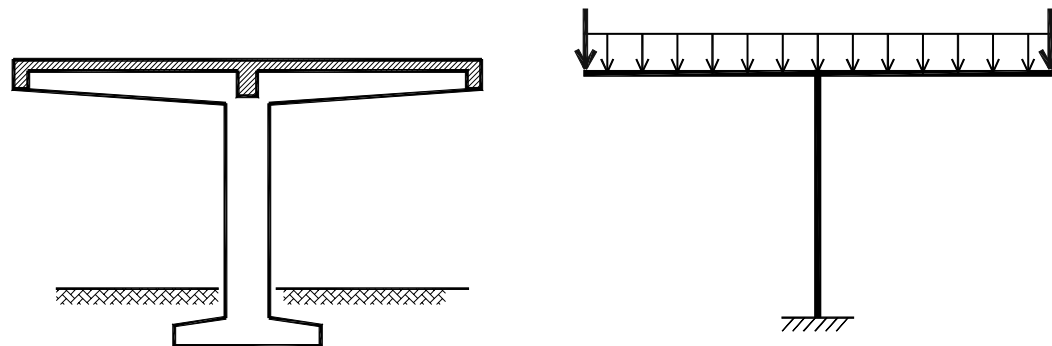
4 frames ↑, 4 frames ←



Không gian

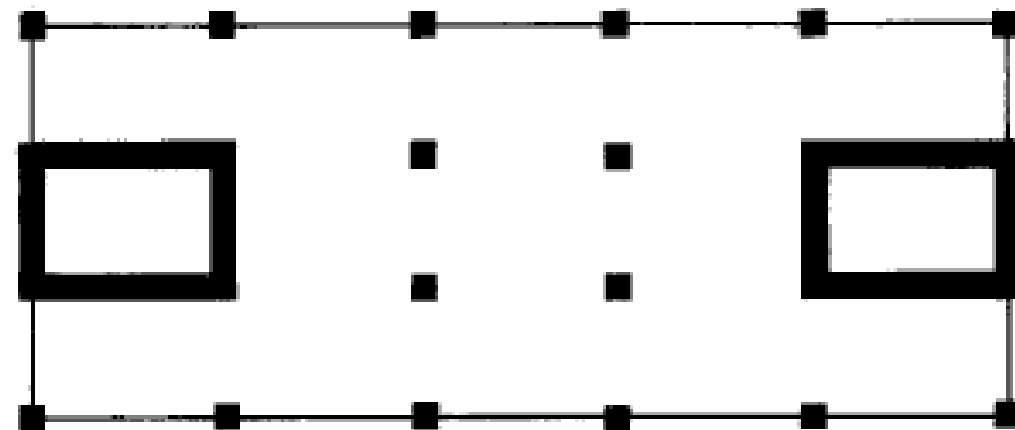
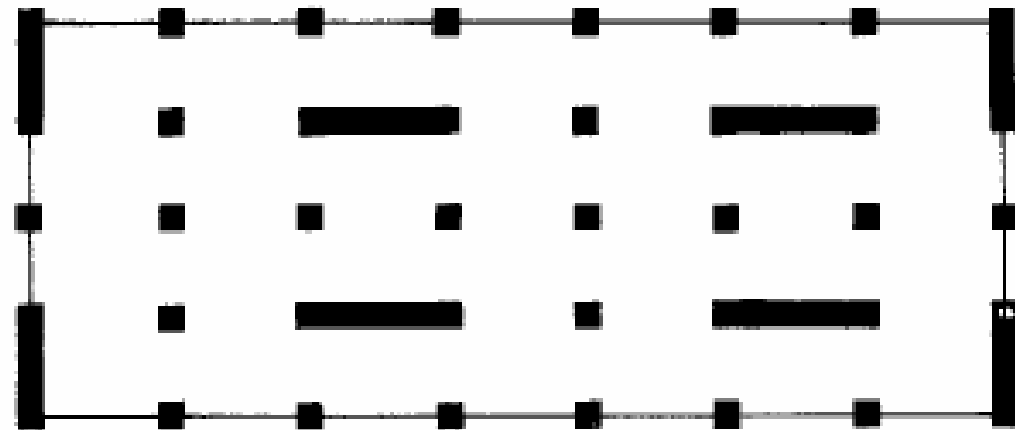
Ô sàn

§1. KHÁI NIỆM CHUNG



MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHUNG

§1. KHÁI NIỆM CHUNG



Typical arrangements of vertical-plane bracing for flat-slab structures, which should be as symmetrical as possible, are shown here.

Ưu điểm của khung

- Rất phù hợp cho các loại sàn cần khoảng không gian sử dụng nhiều nhất như cao ốc văn phòng, chỗ để xe...
- Công nghệ thi công đơn giản và rẻ tiền
- Rất kinh tế cho các loại nhà có số tầng tương đối thấp (khoảng 20 tầng đổ lại)
- ở Tp.HCM, hầu hết các khung nhà đều là khung BTCT.

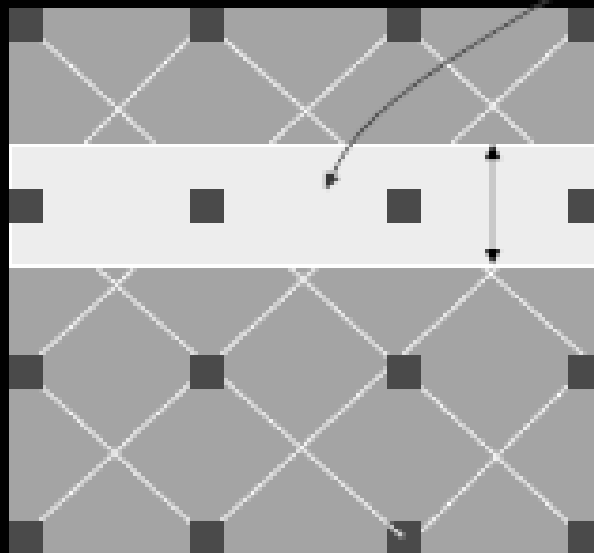
Nhược điểm của kết cấu khung

- Khung có độ mềm lớn do vậy khi chịu tải ngang bị biến dạng lớn. Một khung bằng Bt thì có độ cứng lớn gấp 8 lần so với khung thép cùng dạng.
- Chiều dài nhịp nhà thường bị giới hạn nếu sử dụng BTCT thường (thường nhịp $< 12\text{m}$). Nếu chiều dài nhịp lớn hơn phải sử dụng BT dự ứng lực.

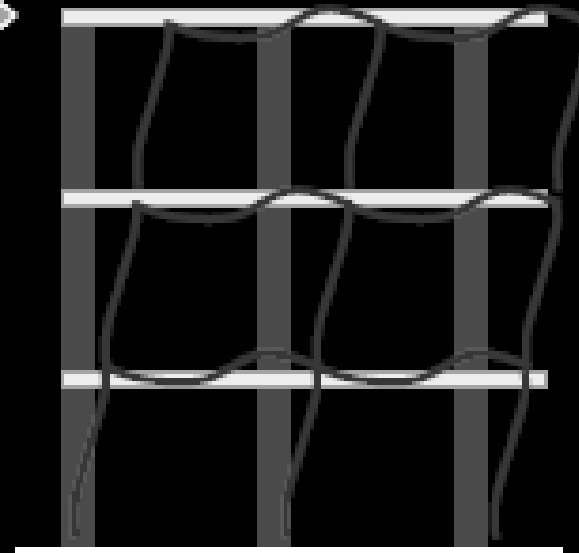
Khung chịu tải trọng ngang

Khung : sàn không dầm+cột:

Phạm vi khung tương đương



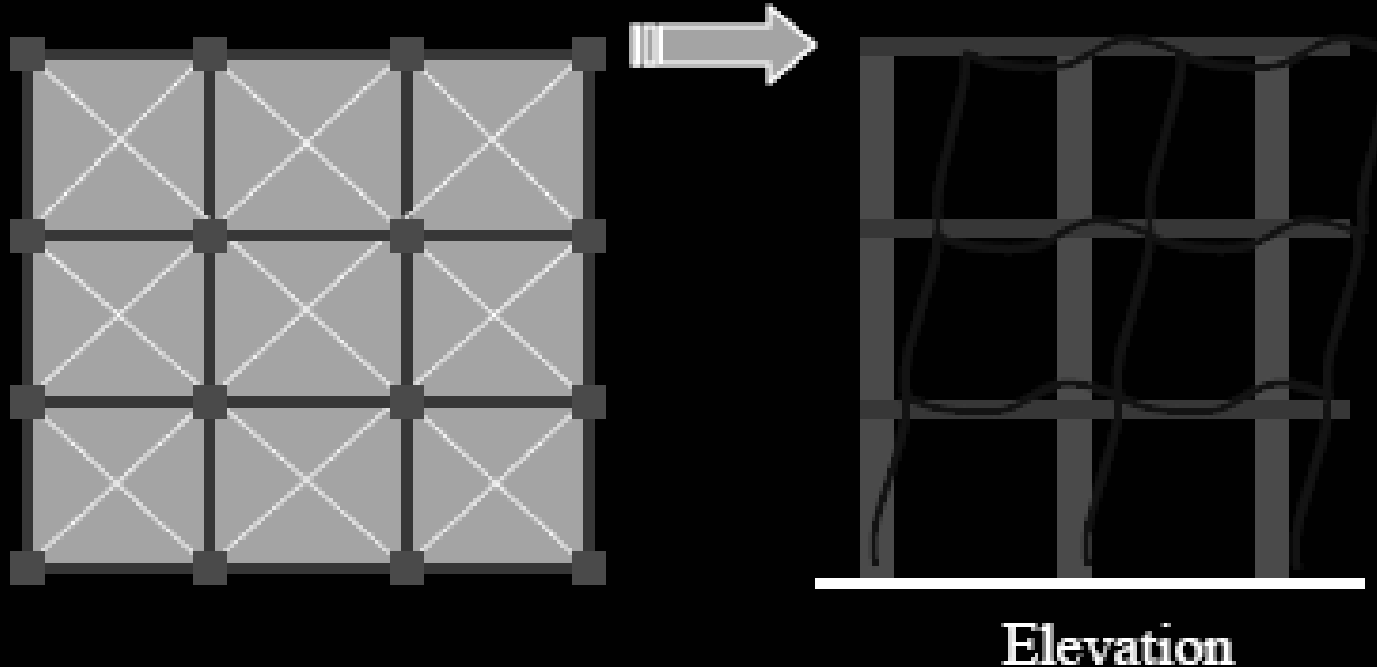
Plan



Elevation

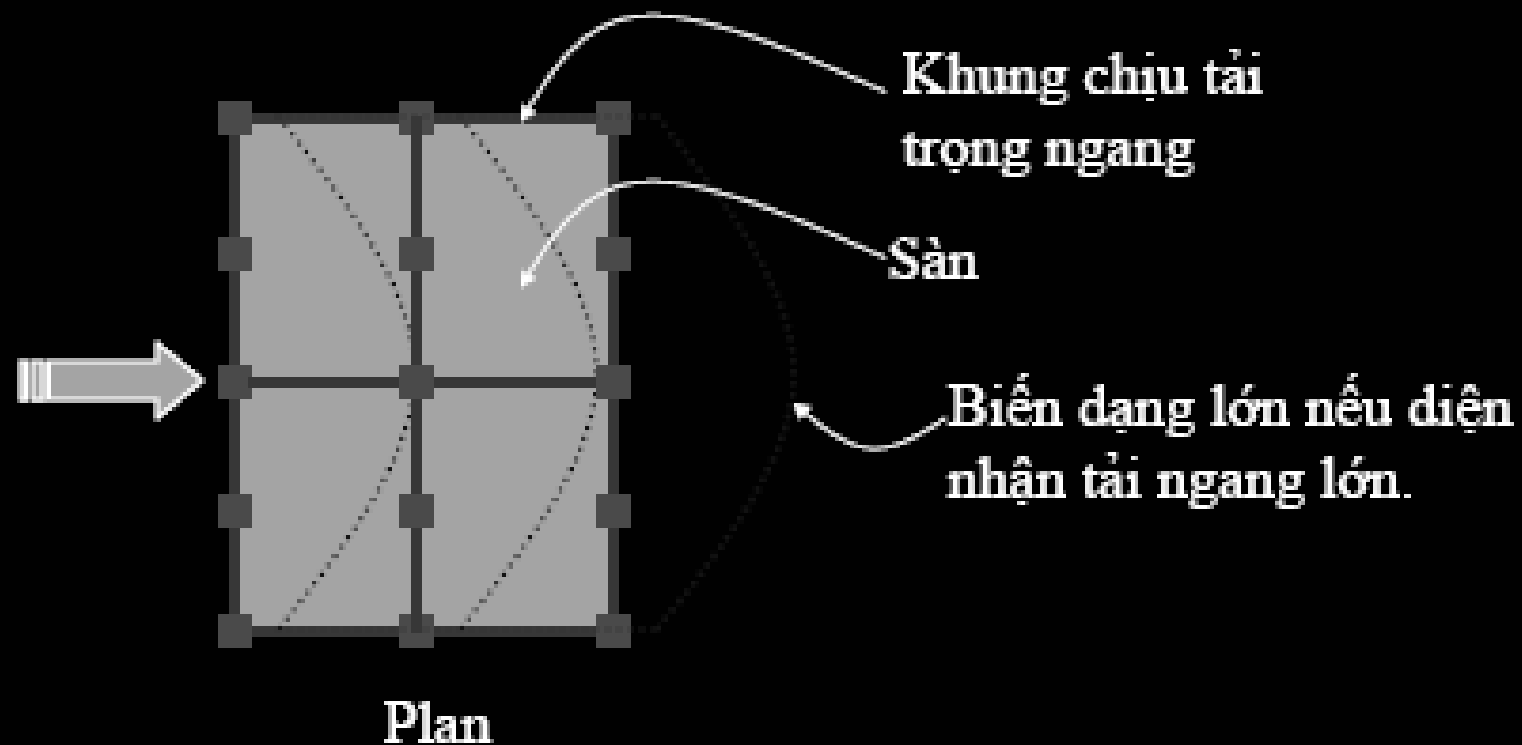
Khung chịu tải trọng ngang

Khung = dầm + cột:



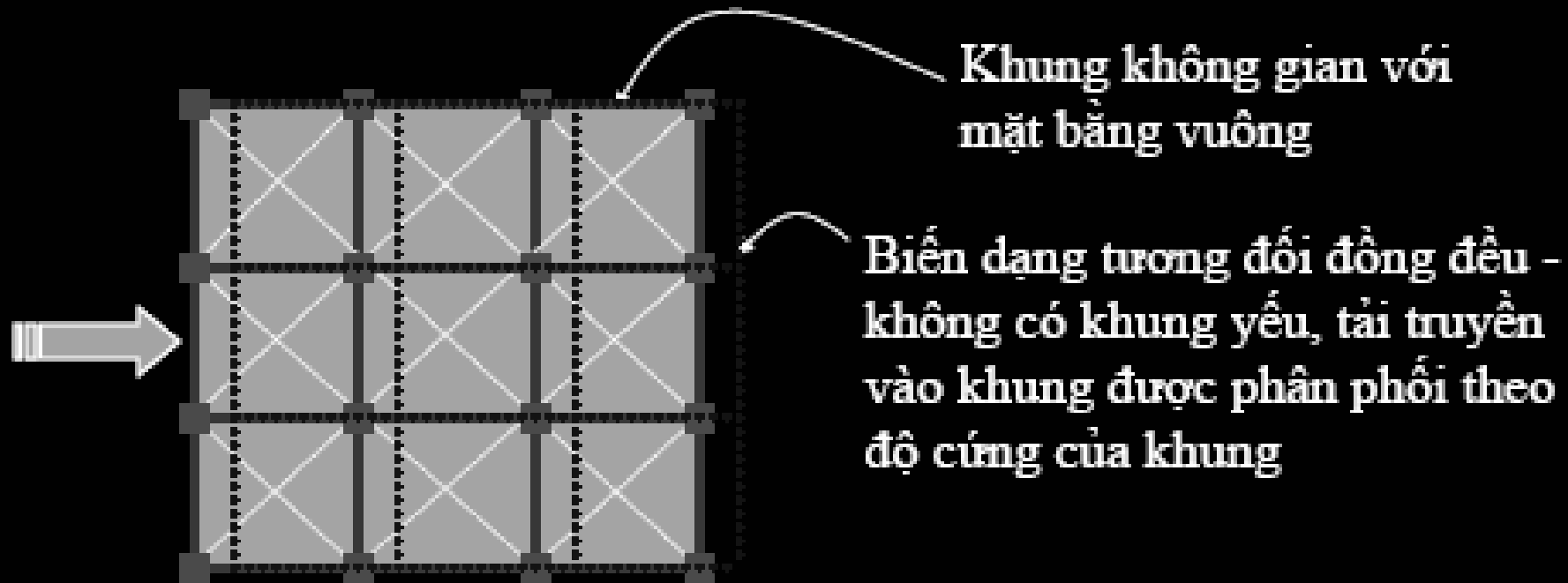
Khung chịu tải trọng ngang

Khung phẳng: trong trường hợp khung chịu tải trọng ngang thì biến dạng khung do tải trọng ngang gây ra không đồng đều

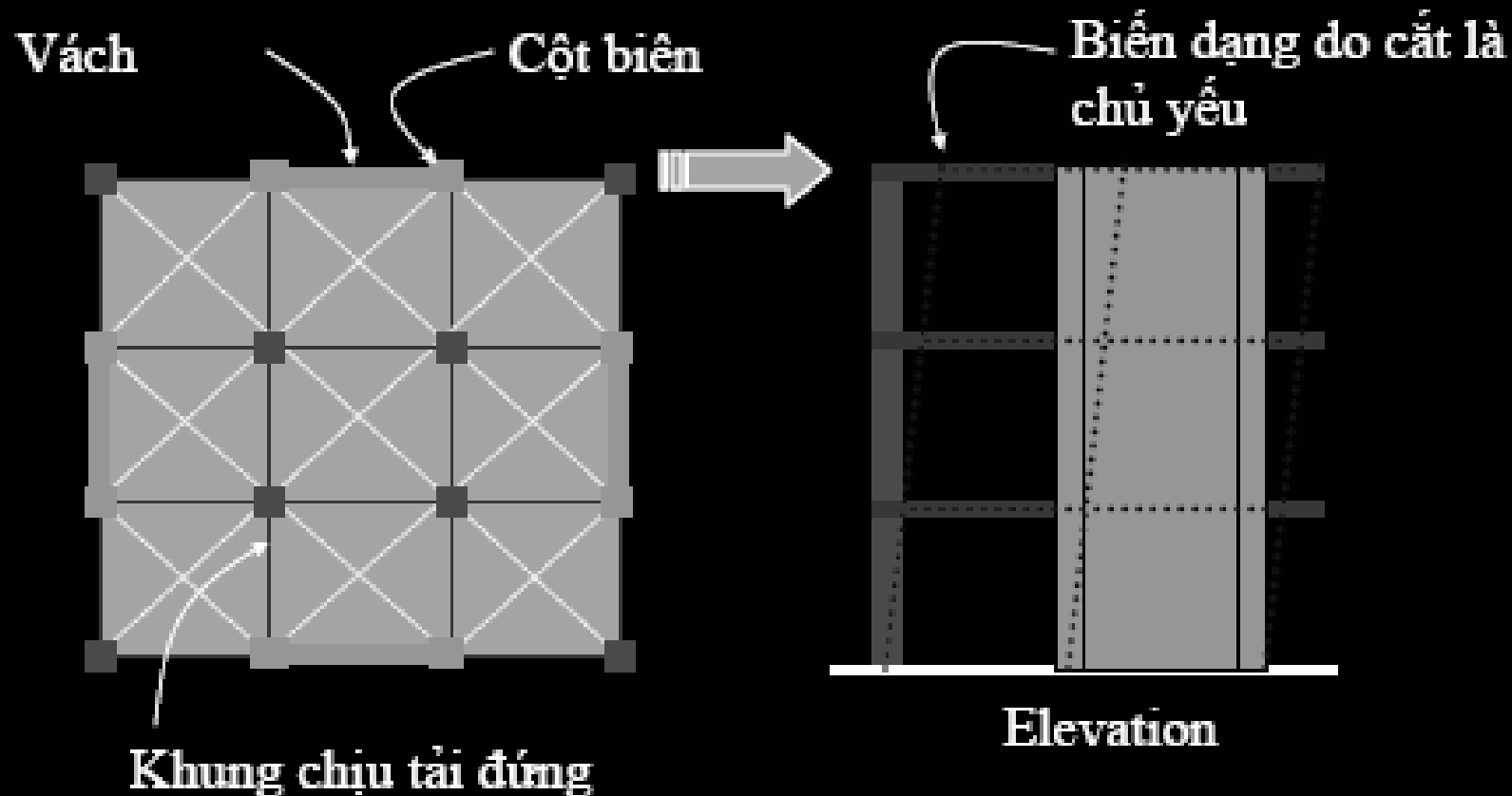


Khung chịu tải trọng ngang

Đối với mặt bằng tương đối vuông, độ cứng của các khung gần như nhau

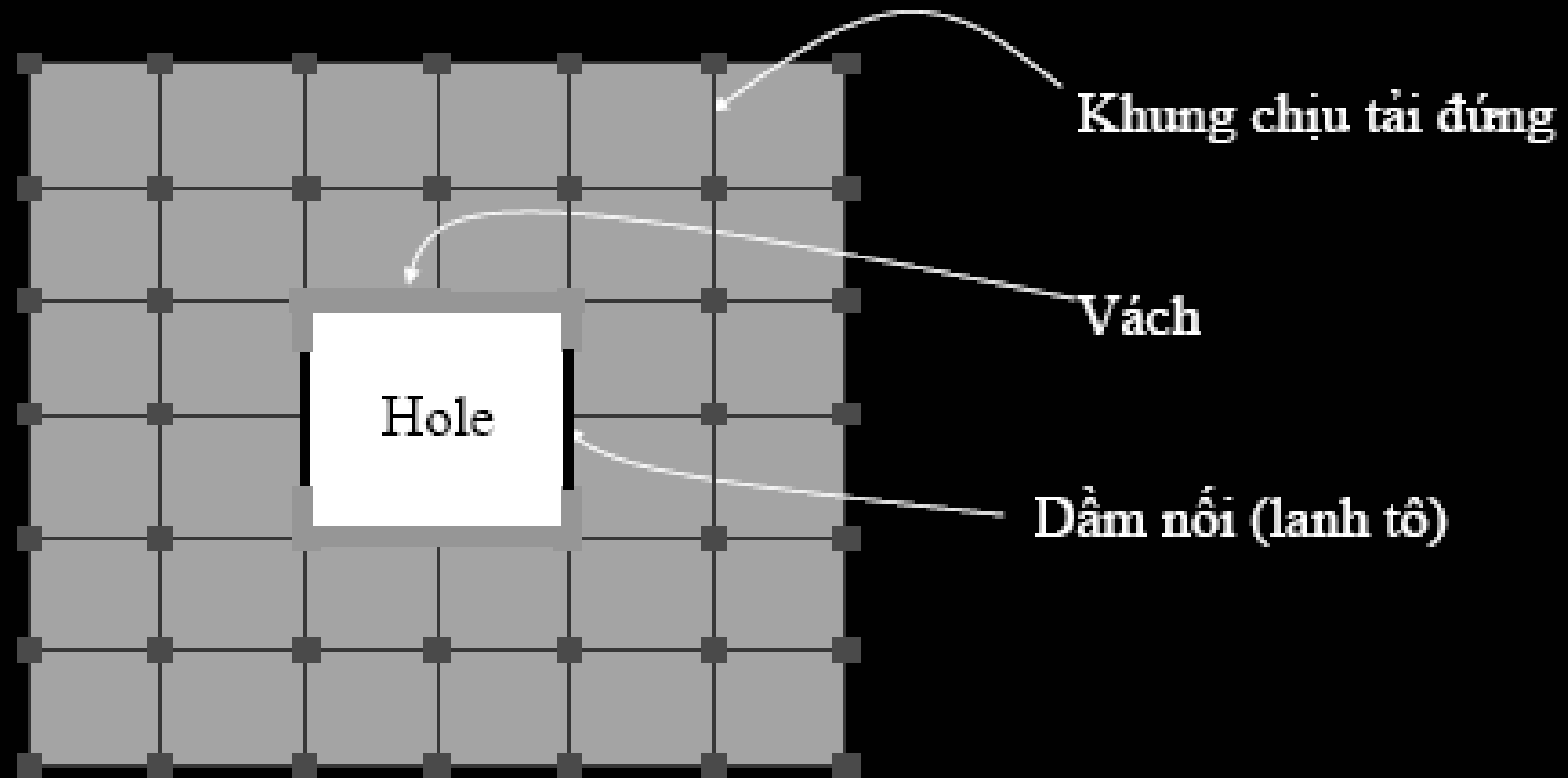


Hệ thống vách cứng chịu tải trọng ngang



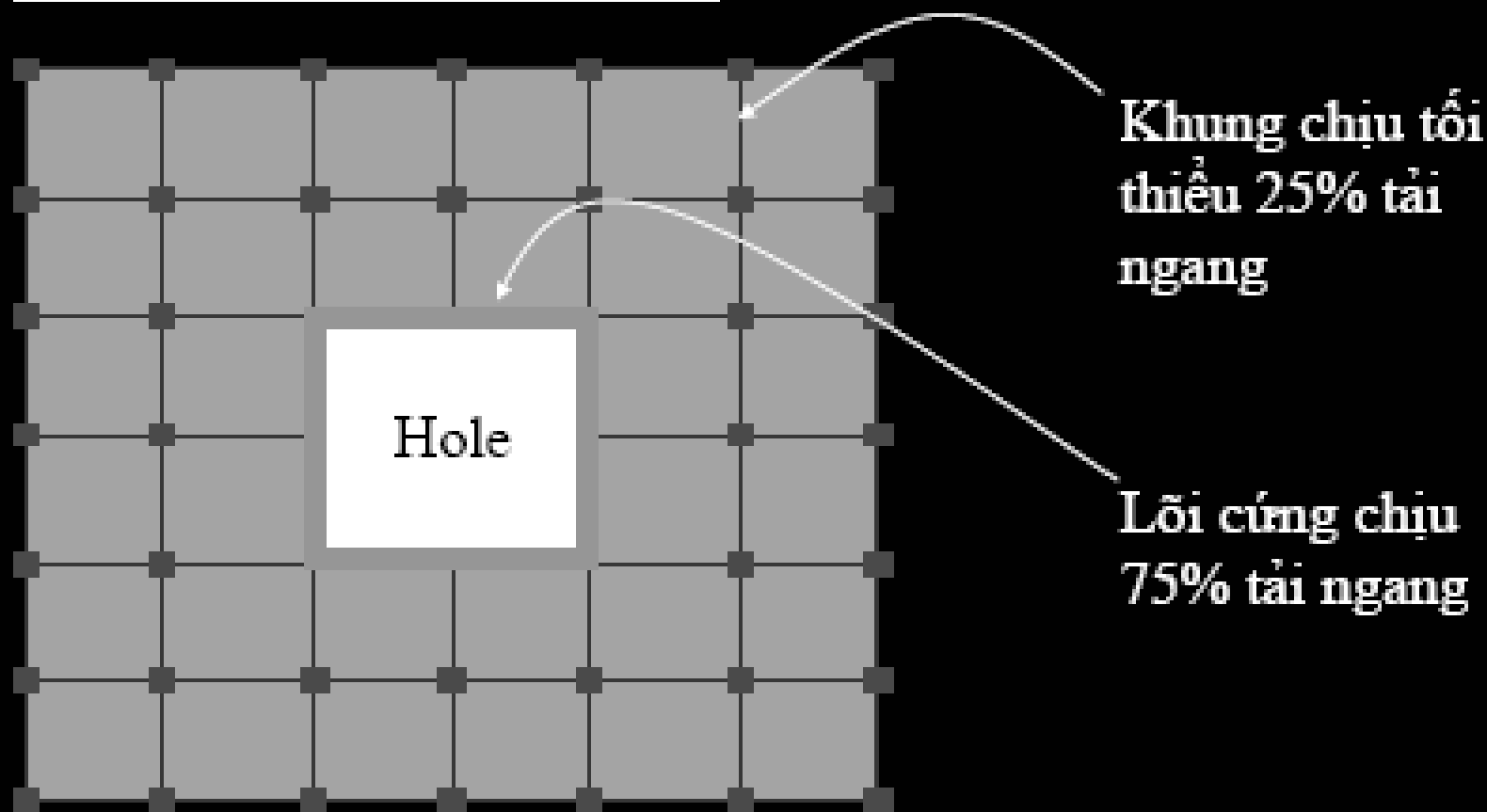
Hệ thống vách cứng chịu tải trọng ngang

Hồ thang máy

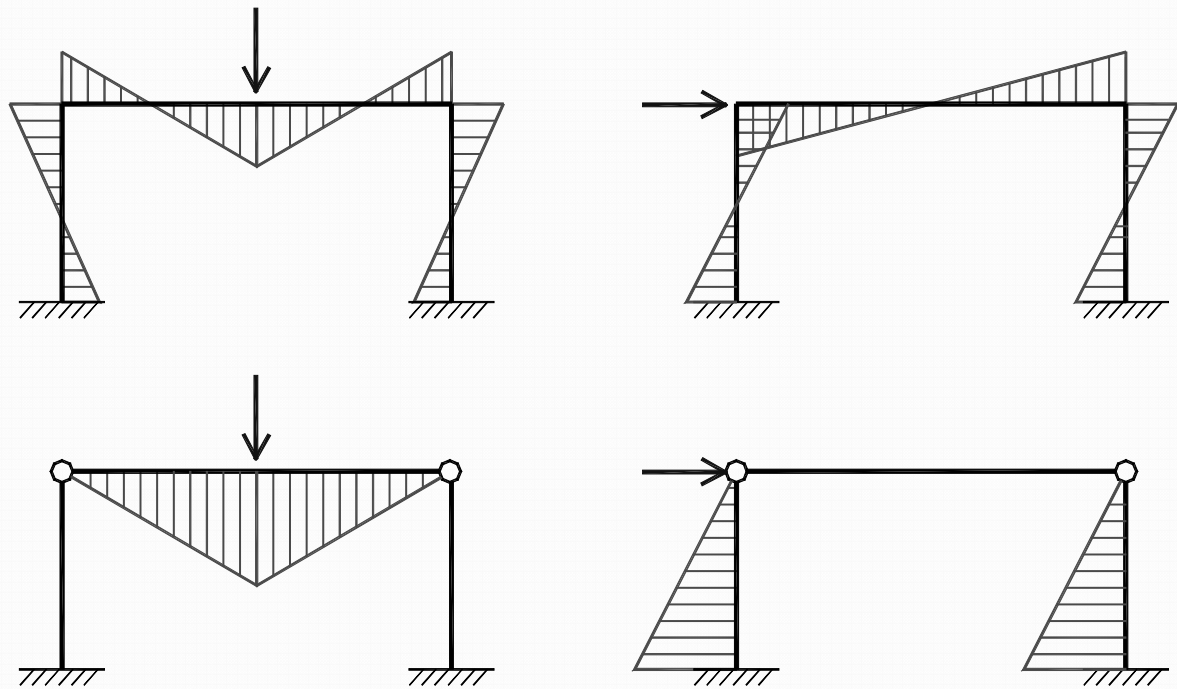


Hệ thống khung - vách cứng cùng chịu tải trọng ngang

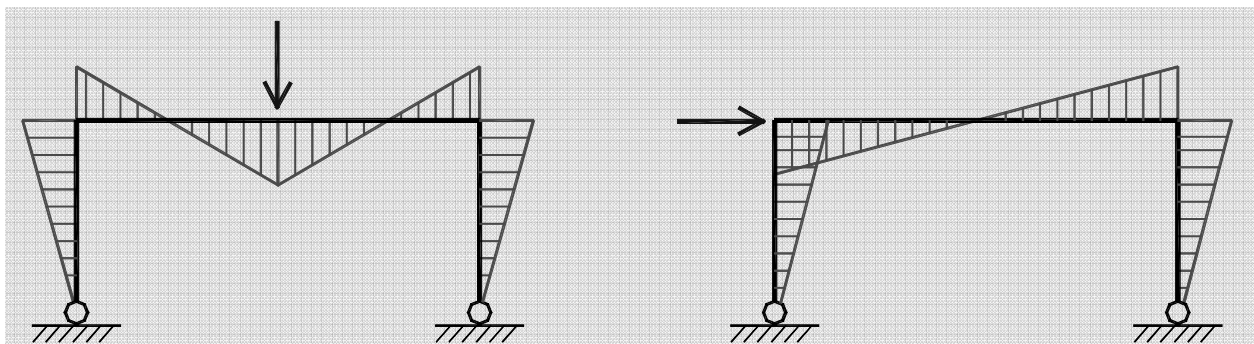
hệ thống khung – vách cứng:



§1. KHÁI NIỆM CHUNG



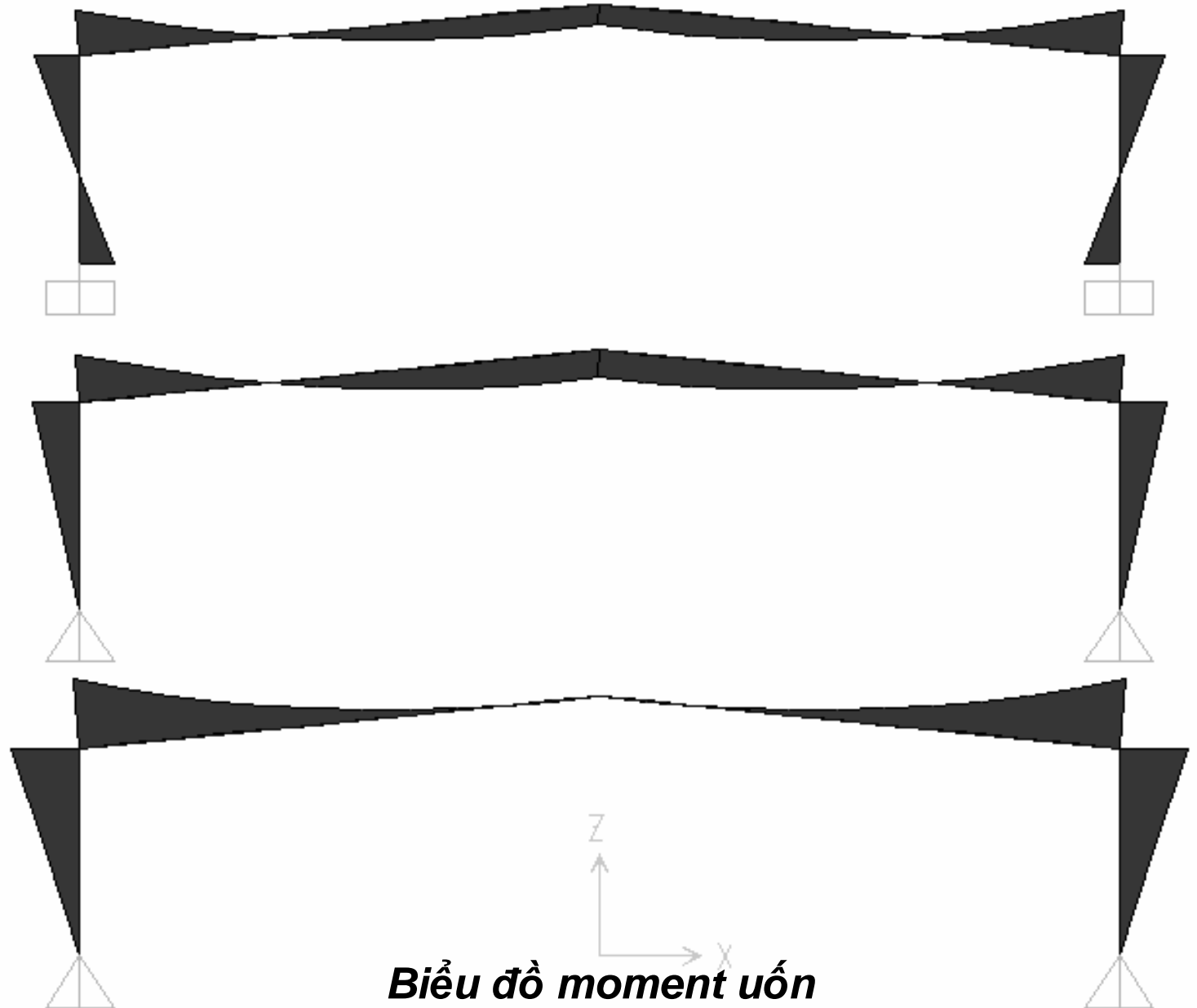
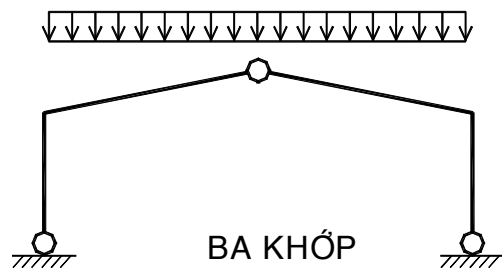
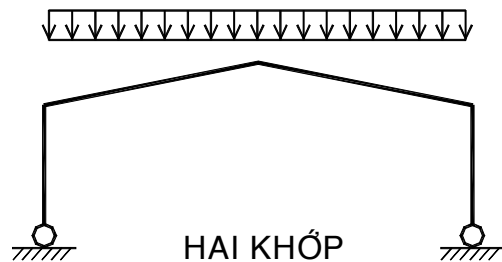
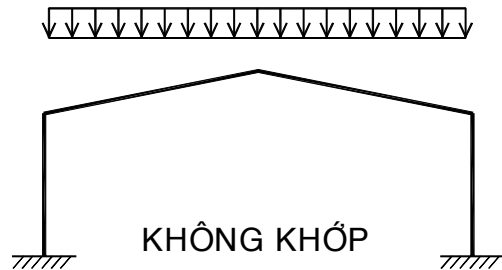
SO SÁNH KHUNG CÓ NÚT CỨNG VÀ NÚT KHỚP



KHUNG CÓ LIÊN KẾT KHỚP CỘT VỚI MÓNG⁹

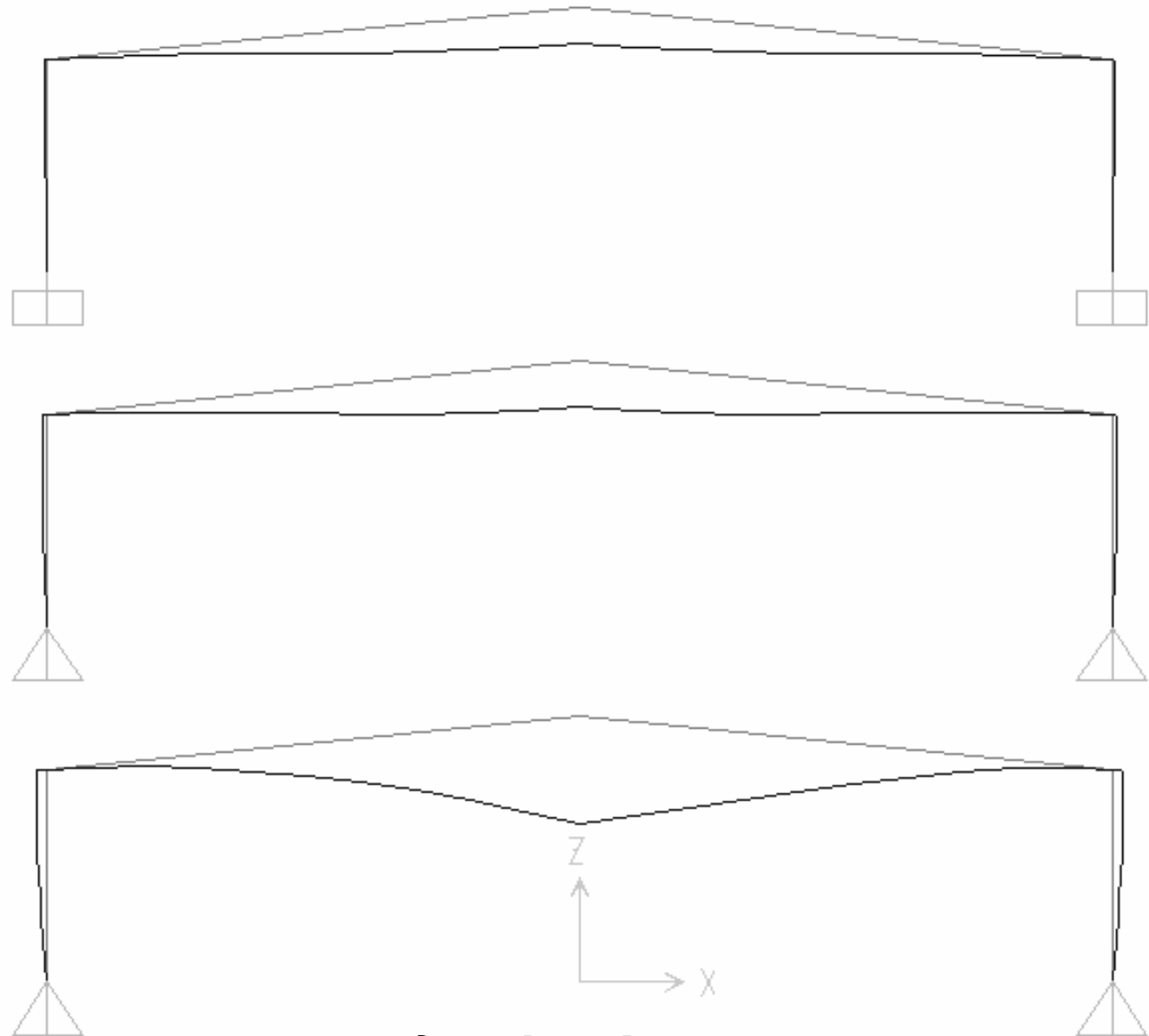
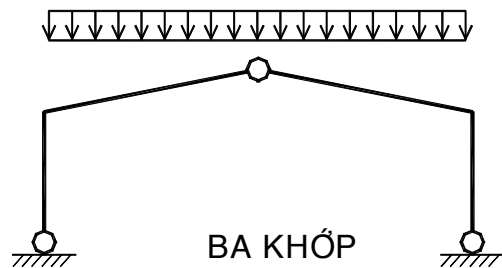
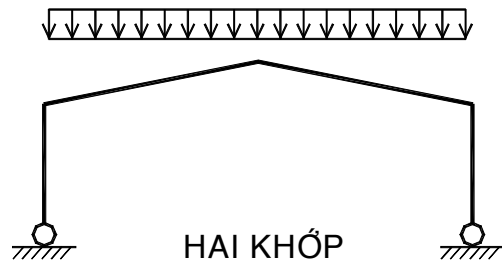
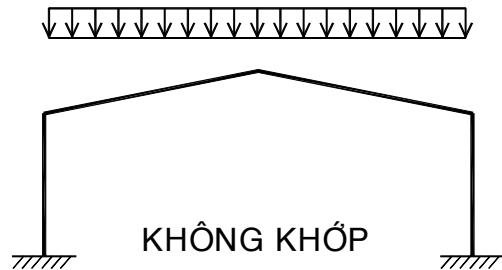
§1. KHÁI NIỆM CHUNG

KHUNG PORTAL CHỊU TẢI TRỌNG THẲNG ĐÚNG



§1. KHÁI NIỆM CHUNG

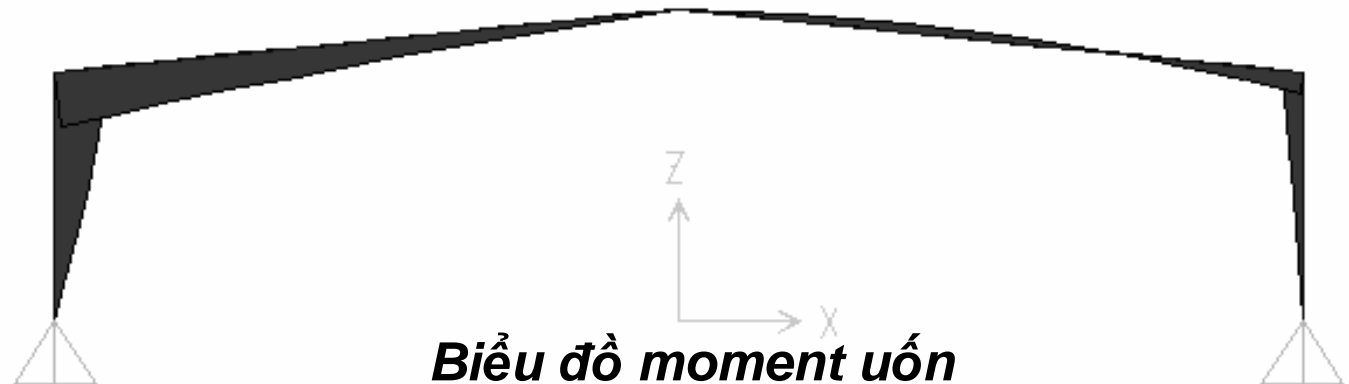
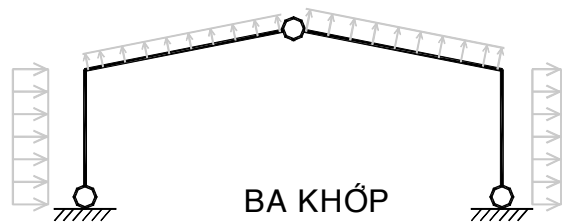
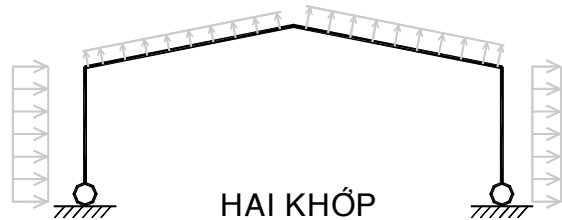
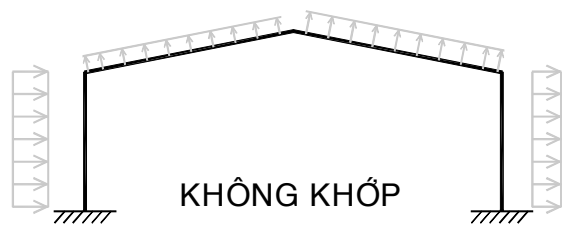
KHUNG PORTAL CHỊU TẢI TRỌNG THẲNG ĐÚNG



Biểu đồ biến dạng

§1. KHÁI NIỆM CHUNG

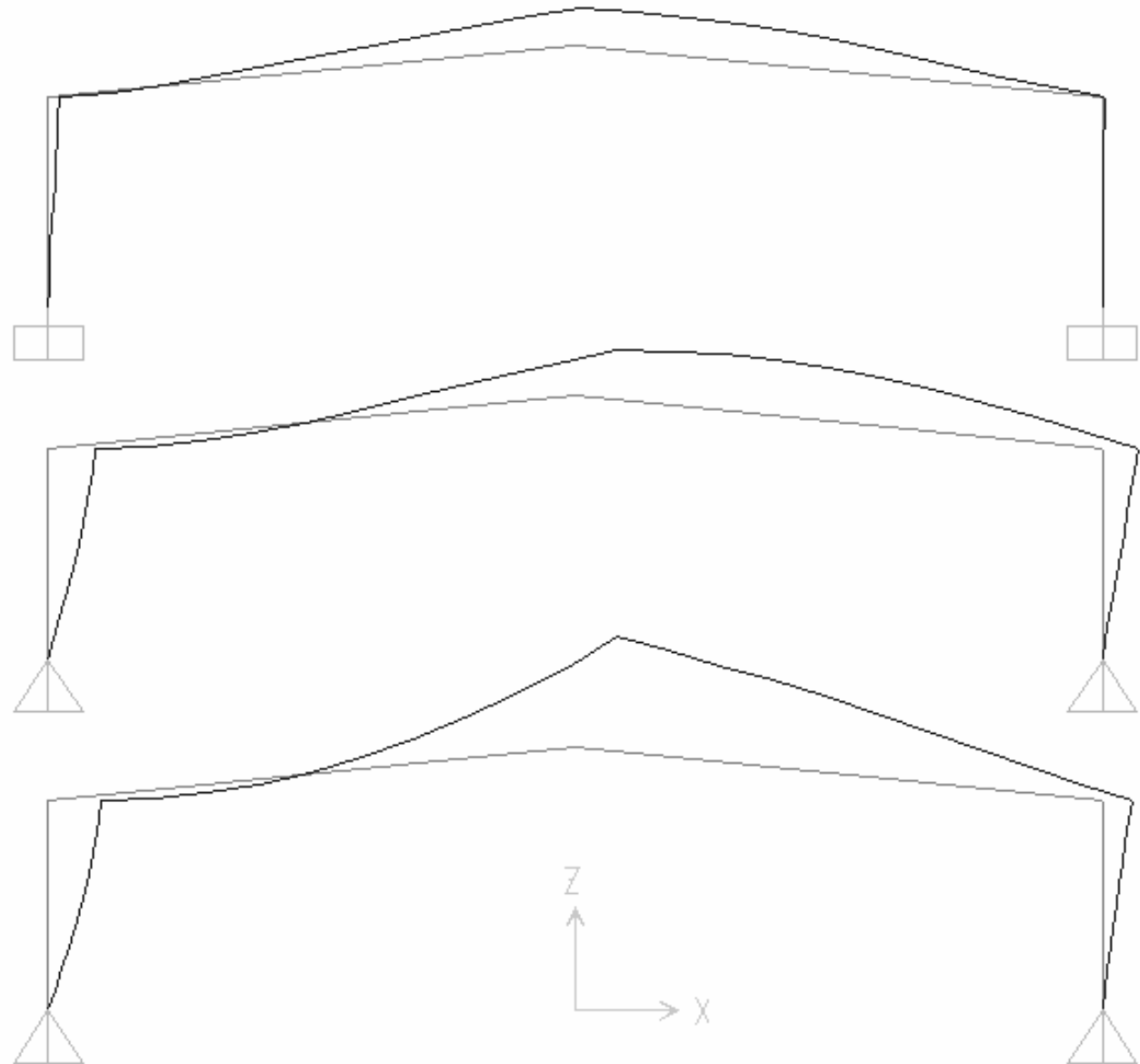
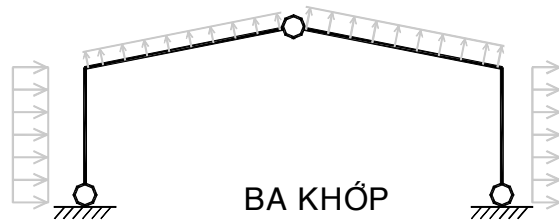
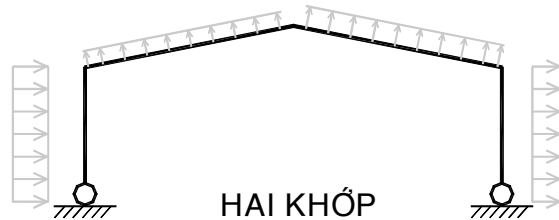
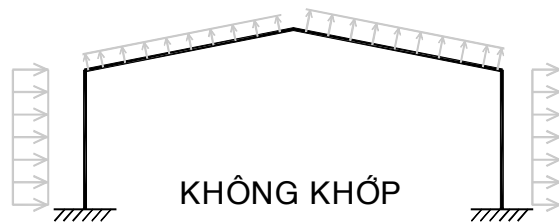
KHUNG PORTAL CHỊU TẢI TRỌNG NGANG



Biểu đồ moment uốn

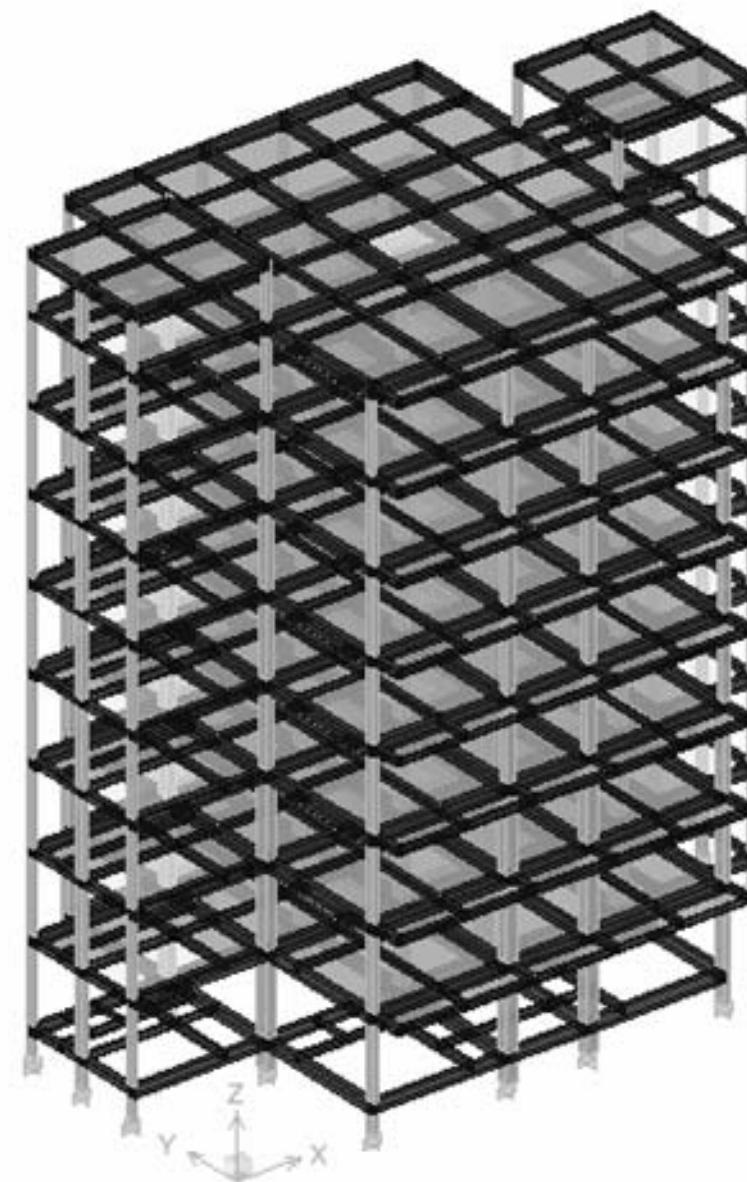
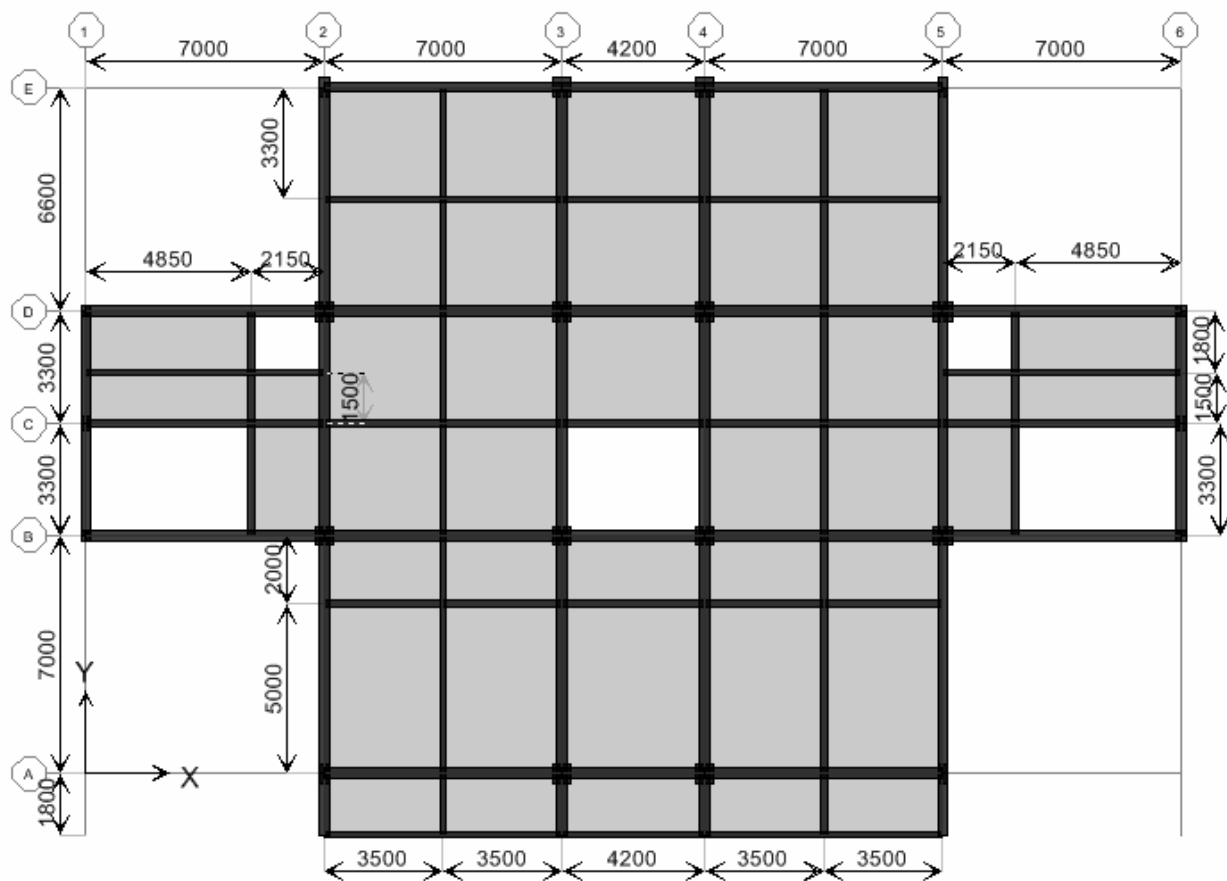
§1. KHÁI NIỆM CHUNG

KHUNG PORTAL CHỊU TẢI TRỌNG NGANG



Biểu đồ biến dạng

§1. KHÁI NIỆM CHUNG



§1. KHÁI NIỆM CHUNG

SƠ ĐỒ KẾT CẤU KHUNG

- **Khung phẳng:**

Các bộ phận nằm trong cùng một mặt phẳng và các tải trọng tác dụng trong mặt phẳng đó

- **Khung không gian:**

Các bộ phận không cùng nằm trong một mặt phẳng hoặc tuy cùng nằm trong một mặt phẳng nhưng có chịu tải trọng tác dụng ngoài mặt phẳng khung.

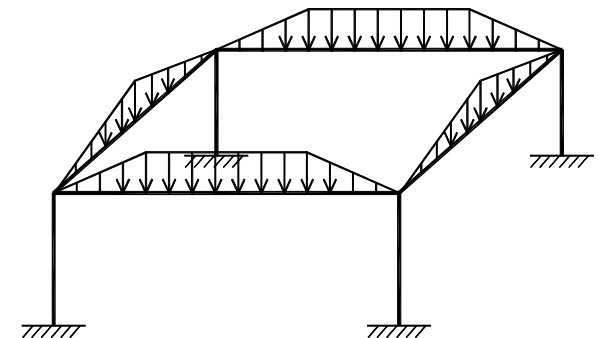
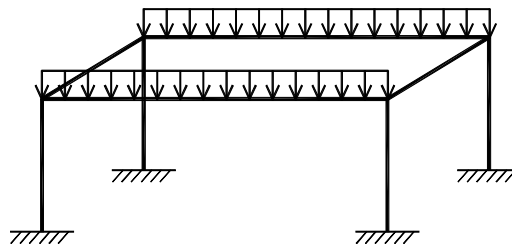
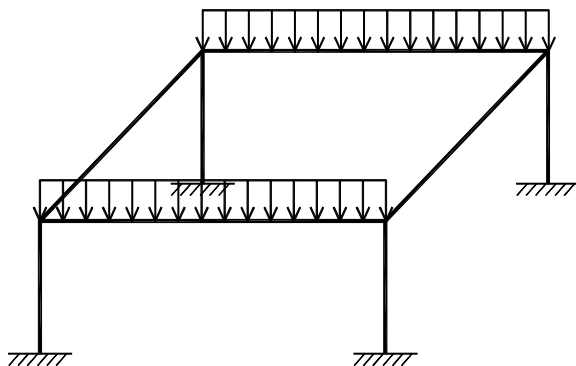
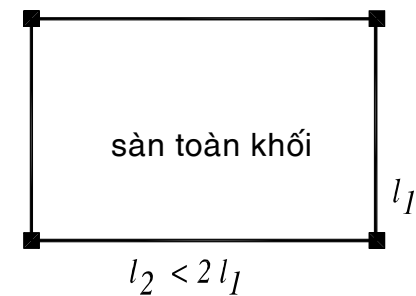
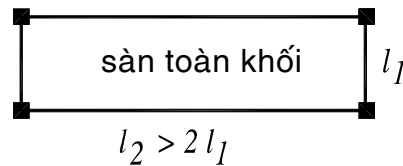
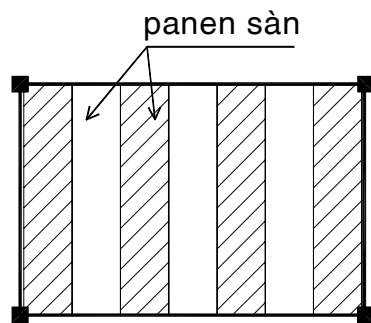
- **Nhà khung:** hệ khung chịu tải đứng và ngang

- **Nhà kết hợp** (với lõi cứng, vách cứng): khung chịu phần tải đứng trực tiếp truyền vào nó và phần tải trọng ngang được phân phối cho nó.

**** Hệ khung là hệ không gian, nhưng sự làm việc và tính toán có thể theo sơ đồ không gian hoặc sơ đồ phẳng tùy tải trọng tác dụng và mức độ gần đúng chấp nhận được.*

SƠ ĐỒ KẾT CẤU KHUNG

KHUNG CHỊU TẢI TRỌNG THẲNG ĐỨNG



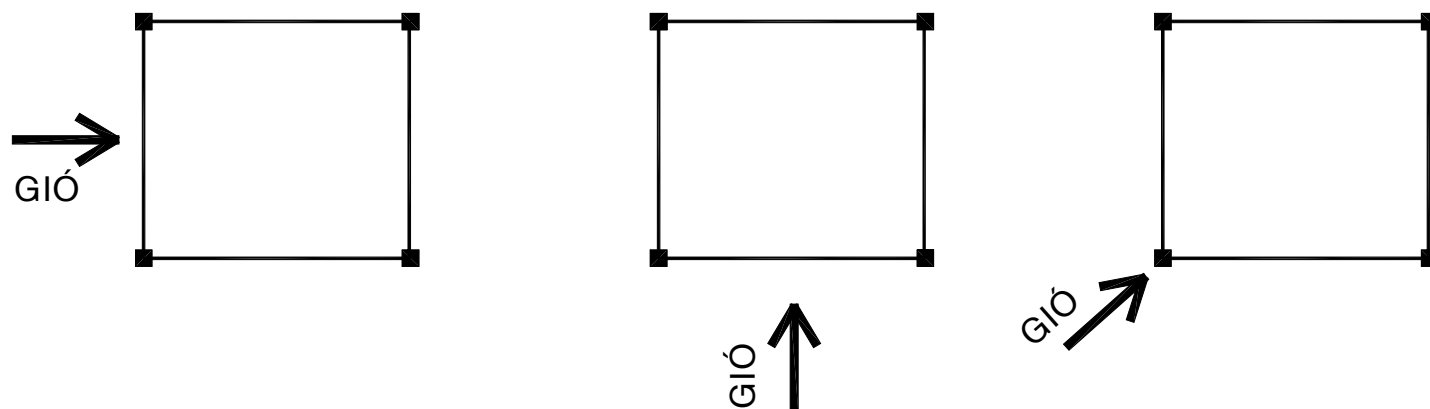
TRUYỀN TẢI TRỌNG THẲNG ĐỨNG TỪ SÀN VÀO KHUNG

Khung phẳng hay khung không gian?

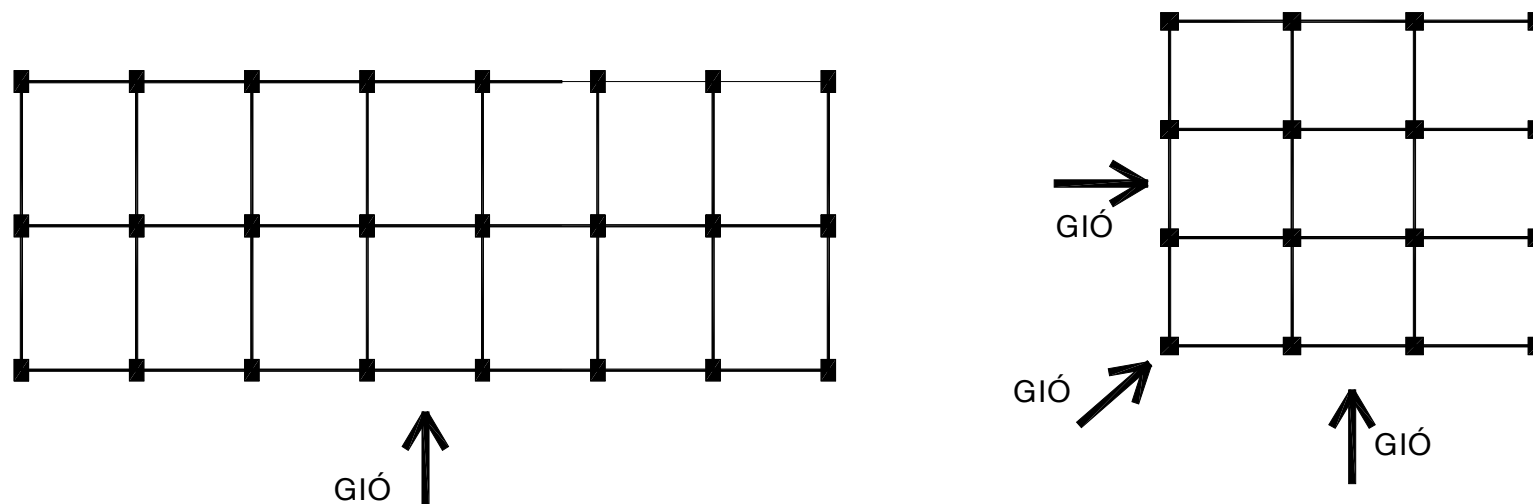
SƠ ĐỒ KẾT CẤU KHUNG

KHUNG CHỊU TẢI TRỌNG NGANG (GIÓ)

*Khung phẳng hay
khung không gian?*



CÁC TRƯỜNG HỢP HỆ KHUNG CHỊU TẢI TRỌNG NGANG



Các trường hợp bất lợi của gió đối với kết cấu nhà

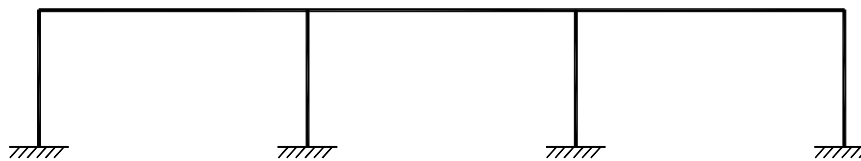
§2. KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI

1. NHỮNG SƠ ĐỒ CƠ BẢN

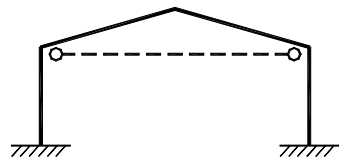
Nhà một tầng



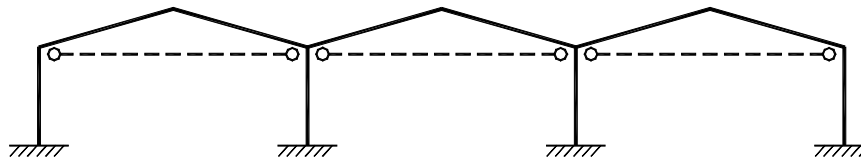
(a)



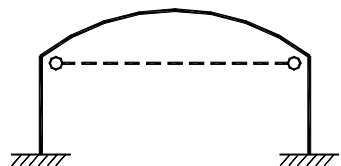
*Xà ngang chịu chủ yếu
chịu uốn, nhịp $\leq 15m$*



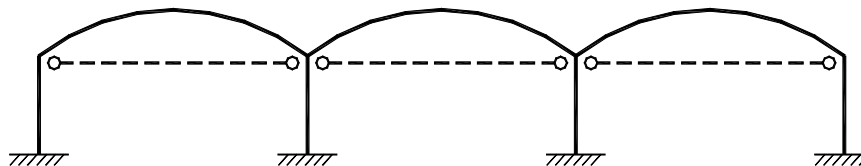
(b)



*Xà ngang chịu nén lệch
tâm, lực nén làm giảm
ứng suất kéo ở thớ
dưới của dầm \rightarrow vượt
nhịp đến 18m với xà
ngang gãy khúc, và hơn
18m với xà ngang
cong.*



(c)



(d)



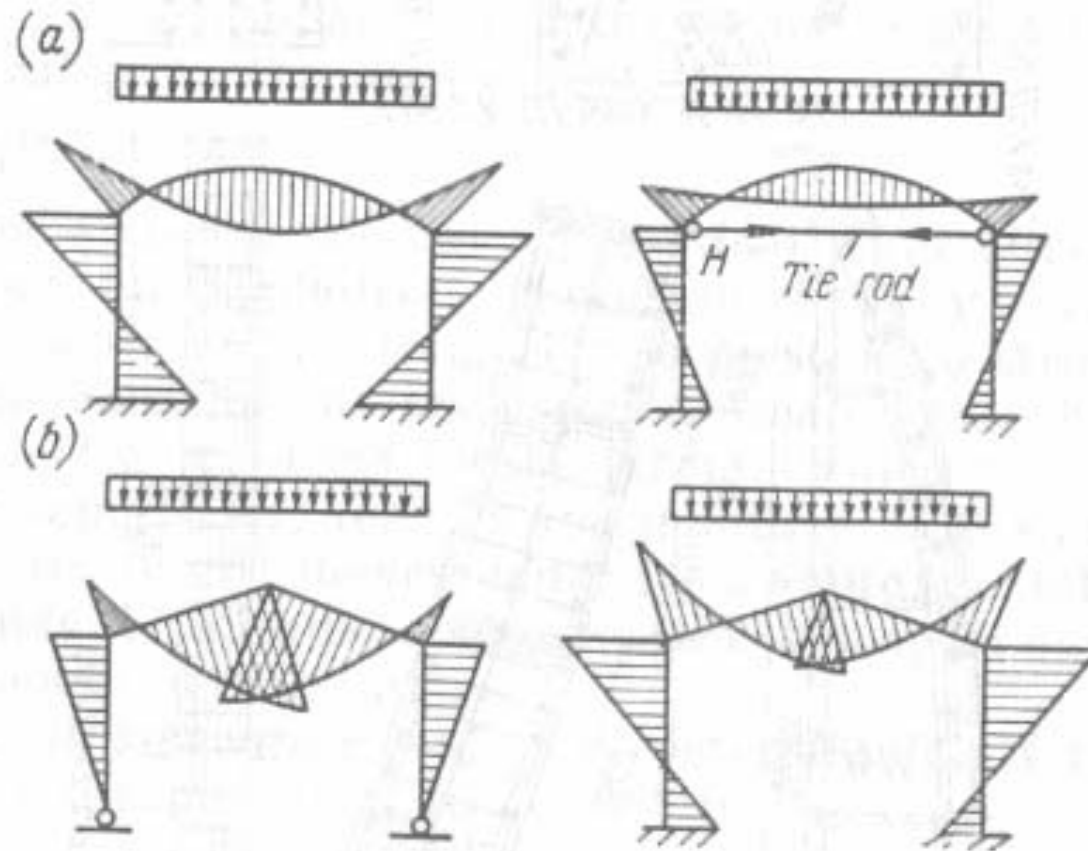
*Cột, dầm nặng nề
hơn; móng nhẹ hơn*

Nếu dùng BTCT ứng lực trước, các sơ đồ a, b có thể đạt nhịp 30÷50m

§2. KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI

1. NHỮNG SƠ ĐỒ CƠ BẢN

Nhà một tầng



To the selection of an economical in-situ r.c. frame

(a) bending moment diagrams for frames using a curved girder with and without a tie rod;
(b) bending moment diagrams for frames using a broken-line girder and hinged or rigid joints between the struts and the footing

§2.KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI

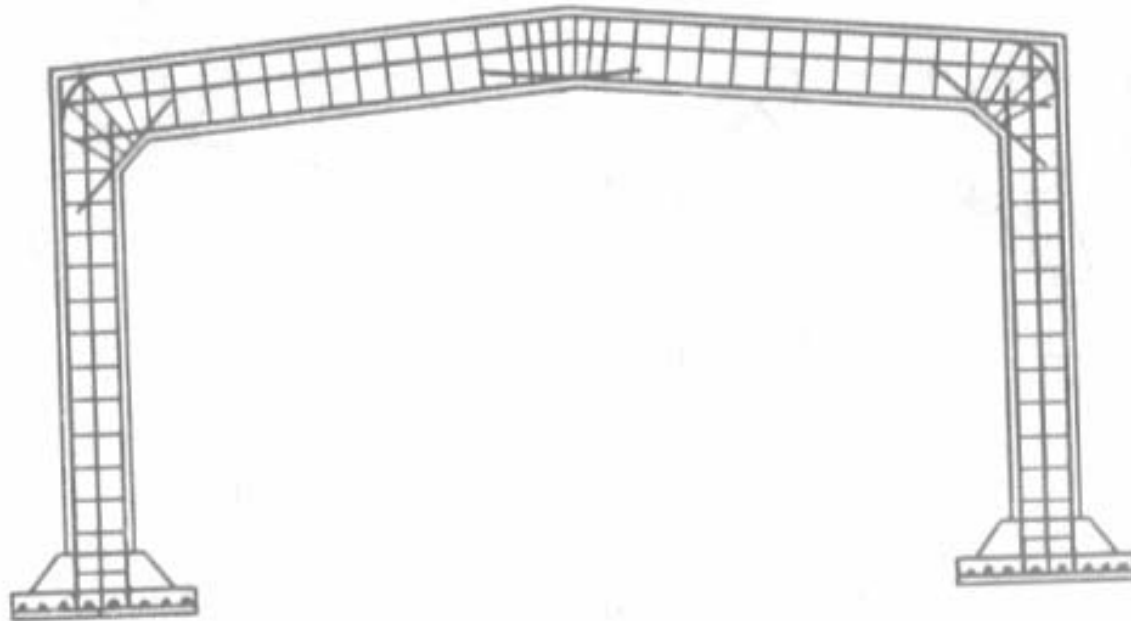
1. NHỮNG SƠ ĐỒ CƠ BẢN

Nhà nhiều tầng

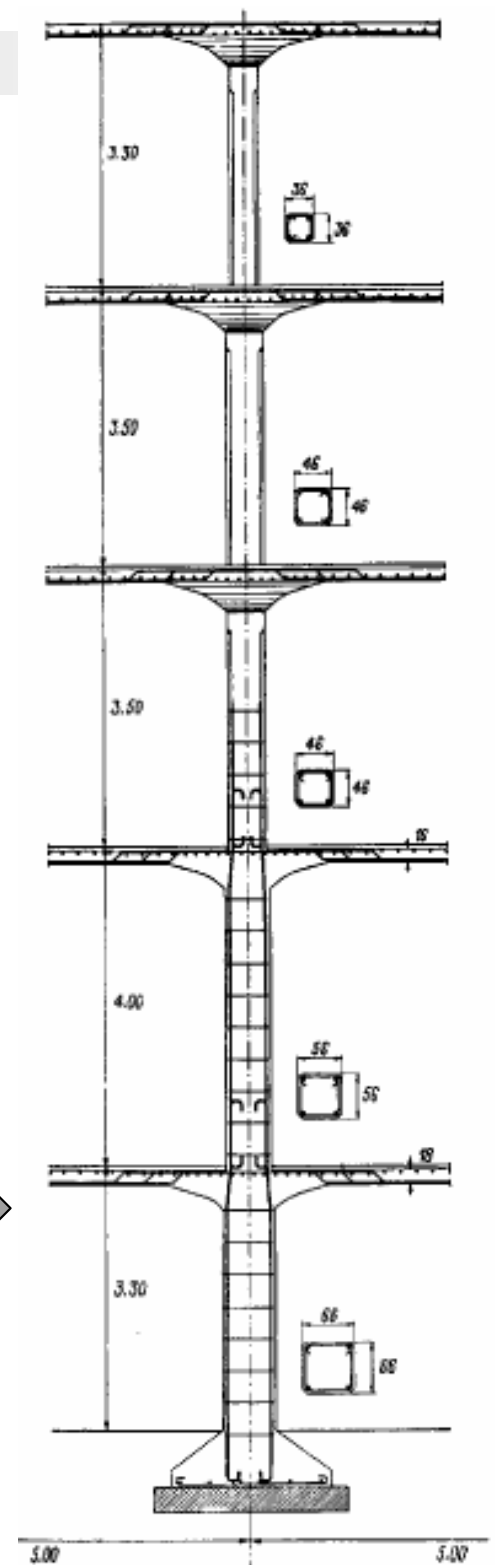
- Khung chịu cả tải ngang và tải đứng → cần cấu tạo nút cứng, cột ngàm với móng.
- Nếu có vách cứng, lõi cứng chịu tải ngang; khung chỉ chịu tải đứng → có thể cấu tạo nhiều nút khớp cho khung, xà ngang có thể làm giống nhau cho các tầng.

§2.KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI

2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI



Cross-section through five-storey flat-slab structure by Robert Maillart, c. 1912. Flat-slab systems, which are sophisticated two-way-spanning structures which derive much of their strength from the high degree of structural continuity which is present, were developed surprisingly early in the history of reinforced concrete construction. Because there are no downstand beams the system allows a very economical use to be made of both material and labour. Local thickening is required in the vicinity of the columns, where shear forces are high. This is accomplished by the use of 'mushroom' column heads.



2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.1. CẤU TẠO CỘT VÀ XÀ NGANG

♦ Xà ngang

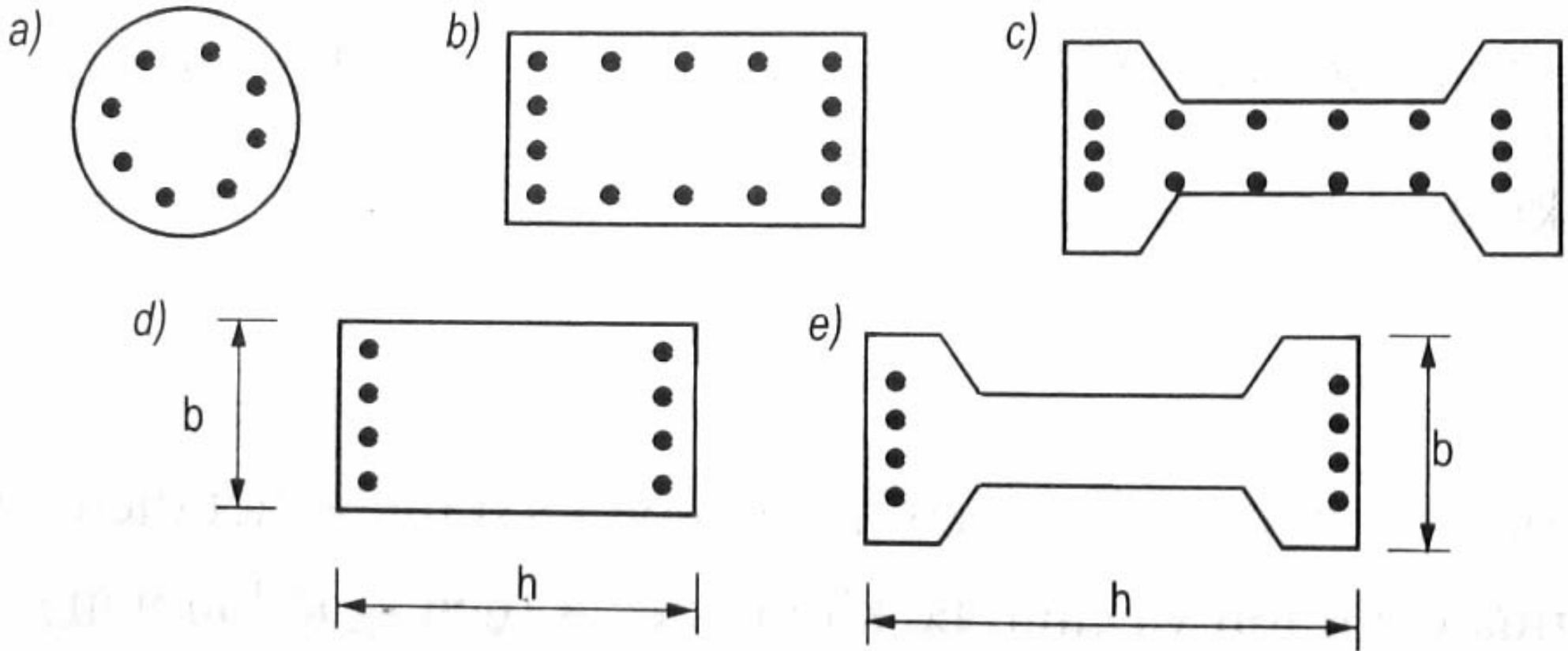
- *thẳng* : cấu tạo như cầu kiện chịu uốn (N nhỏ, có thể bỏ qua)
- *cong, gãy khúc với độ dốc lớn*: cấu kiện chịu nén (hoặc kéo) lệch tâm (N đáng kể)

♦ Cột

- Chịu cả M, N, Q. Nếu lực nén N khá lớn thì tác dụng phá hoại của Q bị hạn chế \Rightarrow cấu tạo cột như cấu kiện chịu nén lệch tâm.
- Nếu cột chịu kéo LT thì cần quan tâm đến lực cắt.
- Cốt thép dọc: $\mu_{\max} = 3,5\% \div 4\%$ (một số tiêu chuẩn lấy μ_{\max} đến 6%)
- Khi hàm lượng cốt thép lớn $\mu = 6\% \div 8\%$ (nhà nhiều tầng) \rightarrow cần cốt đai dày hơn, trên tiết diện thì các cốt dọc phải được giằng lại bằng cốt đai hoặc các thanh giằng để hạn chế sự nở ngang của BT.
- ♦ Có thể dùng cốt cứng cho dầm và cột, lúc đó $\mu_{\text{cột, max}} < 15\%$. 32

2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

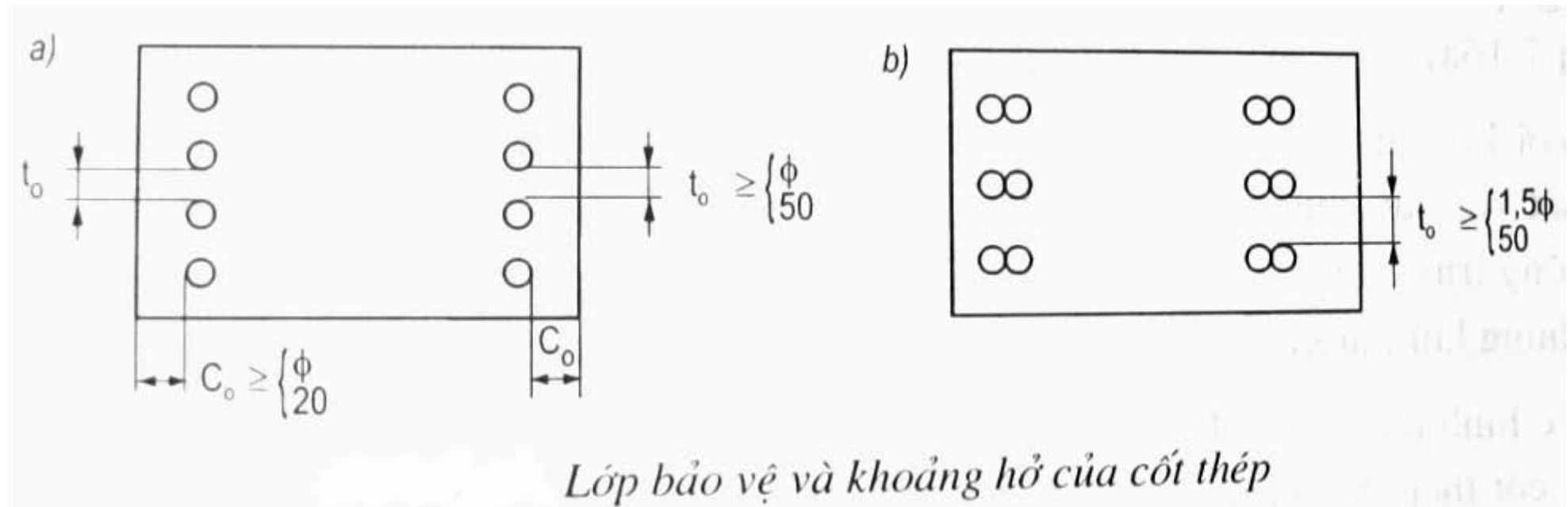
2.1. CẤU TẠO CỘT VÀ XÀ NGANG



Các cách đặt cốt thép dọc chịu lực

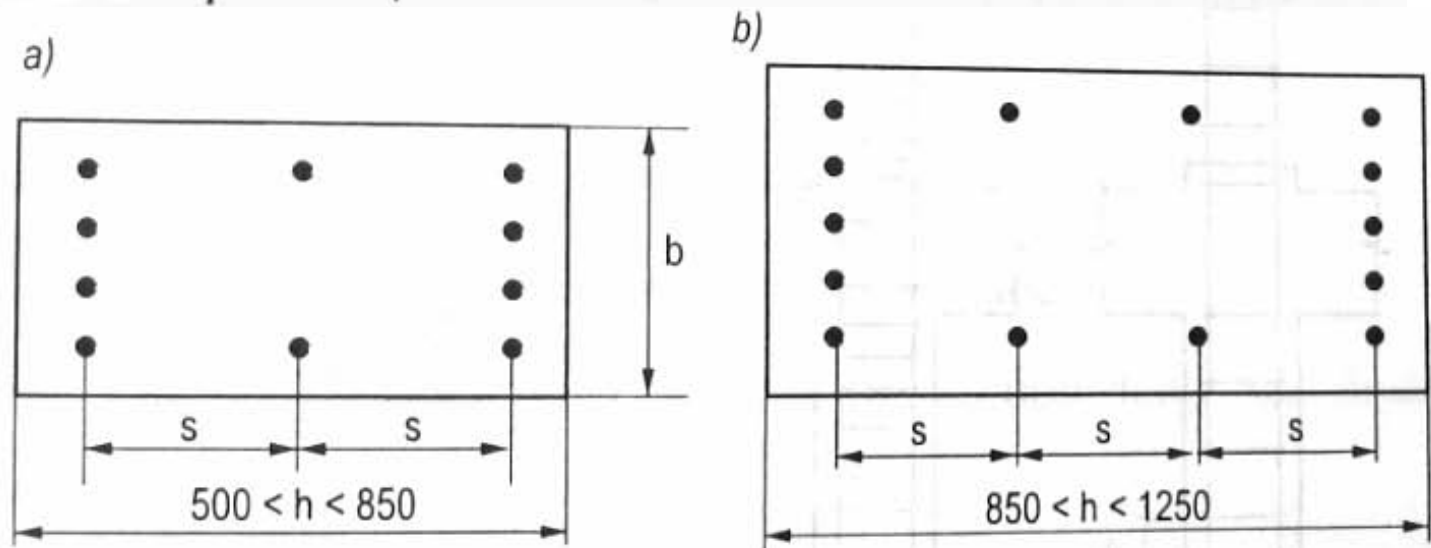
2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

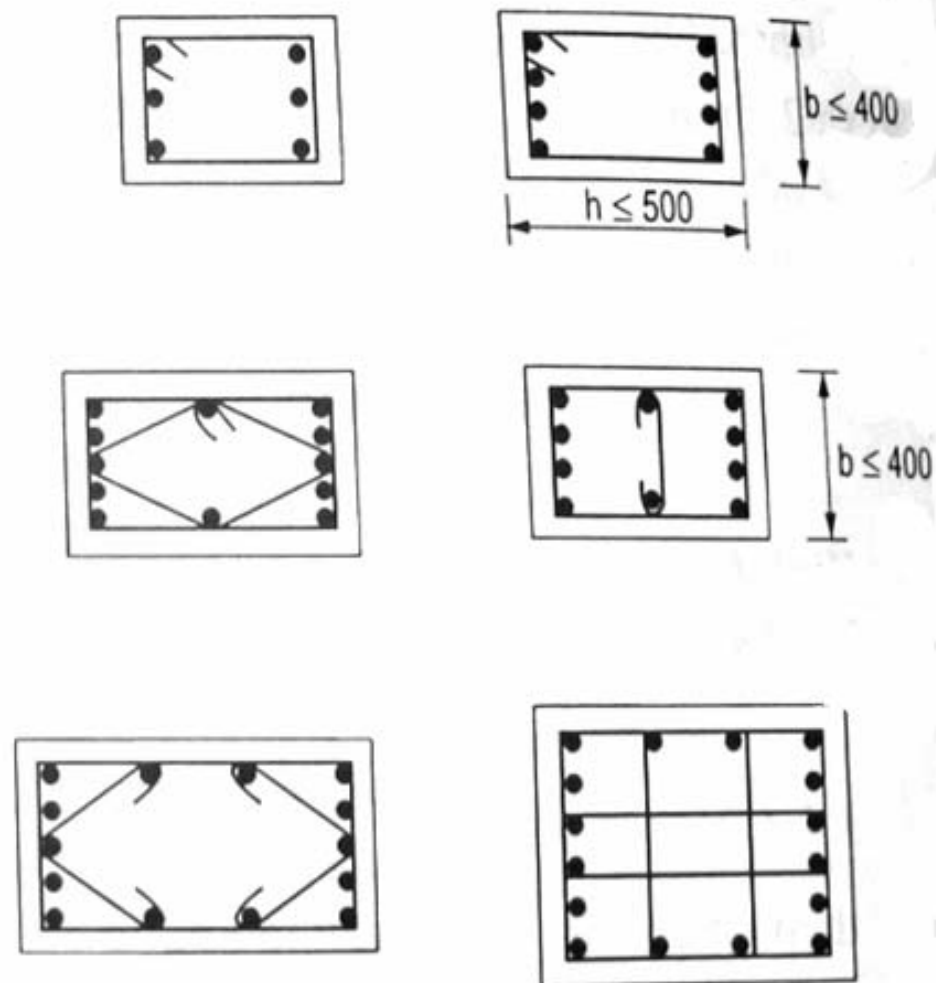
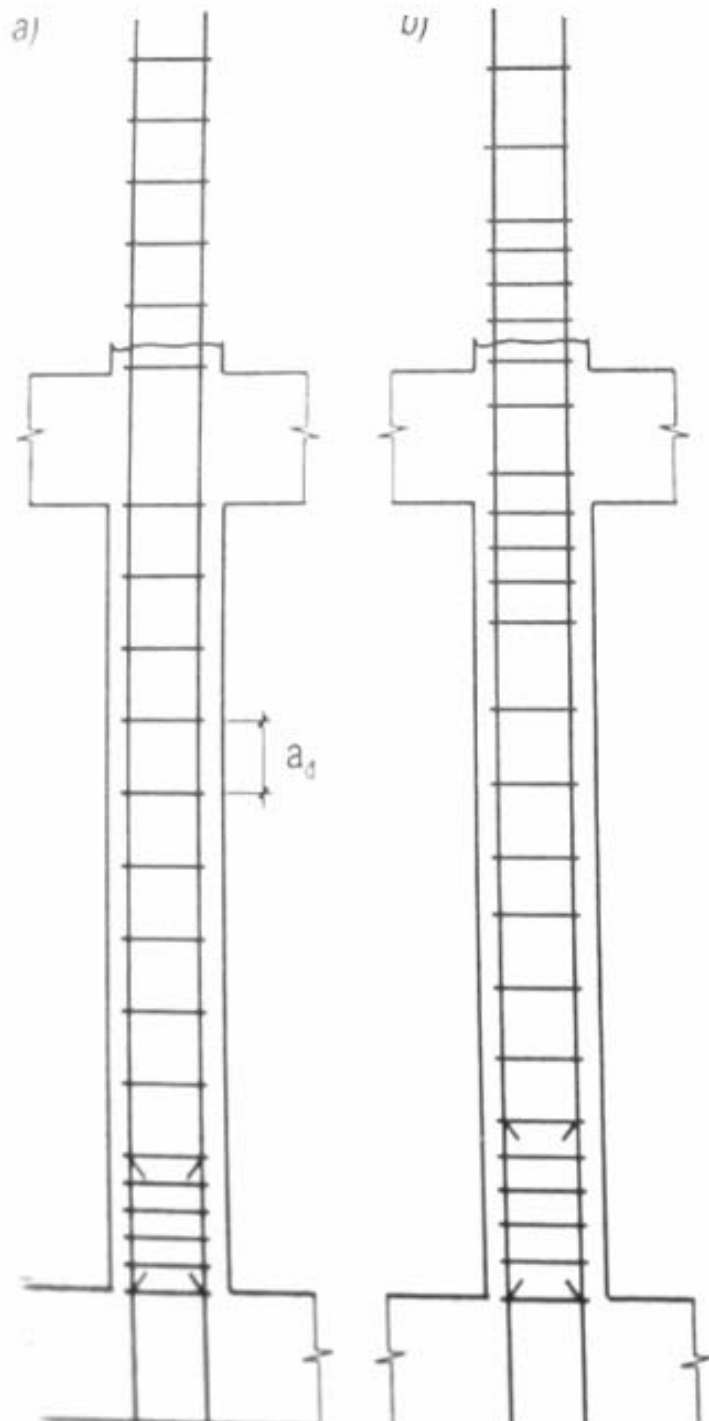
2.1. CẤU TẠO CỘT VÀ XÀ NGANG



CỐT THÉP CỘT

Cốt thép dọc cấu tạo





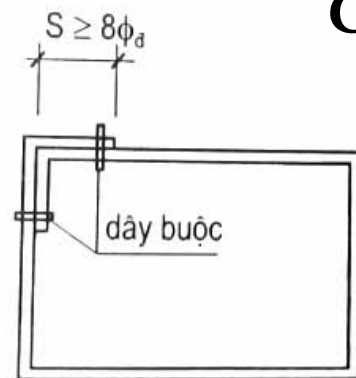
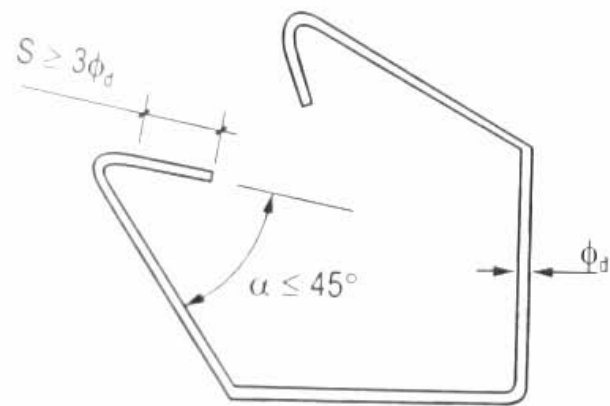
CỐT THÉP CỘT

Bố trí cốt thép đai

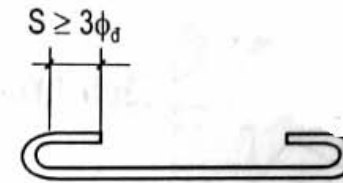
- a) Trong cột bình thường;
b) Trong cột có yêu cầu kháng chấn*

2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.1. CẤU TẠO CỘT VÀ XÀ NGANG



CỐT THÉP CỘT



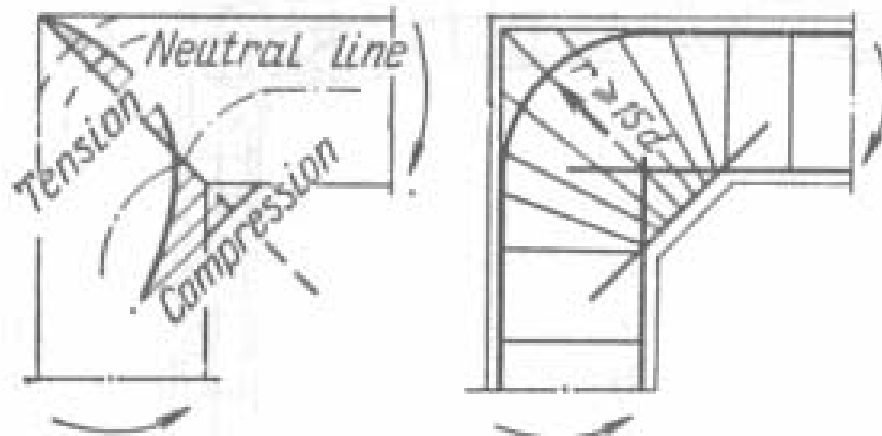
Neo cốt thép đai

- Khi chịu nén, cốt thép dọc có thể bị cong \rightarrow phá vỡ lớp bê tông bảo vệ. Cốt đai giữ cho cốt dọc không bị cong và bật ra ngoài \rightarrow cốt đai chịu kéo \rightarrow phải neo chắc chắn.
- Yêu cầu kháng chấn: đai dày hơn trong đoạn gần sát nút khung. Đặt đai cột trong phạm vi nút khung khi nút khung có dầm liên kết từ 3 mặt bên trở xuống.

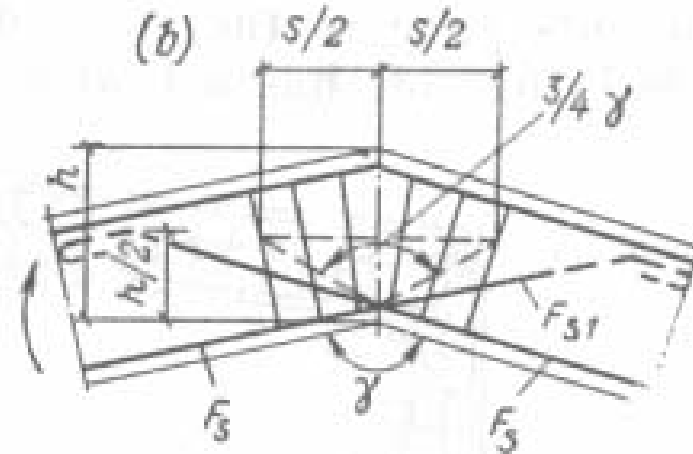
2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.2. CẤU TẠO NÚT KHUNG

(a)

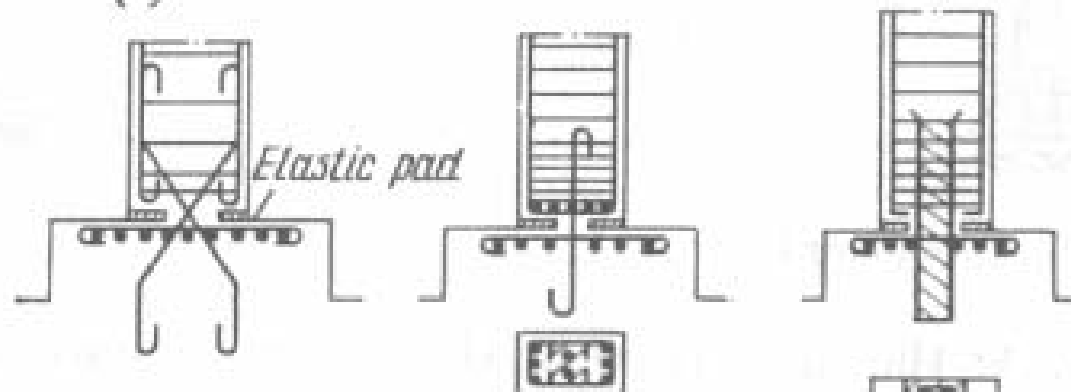


(b)



(a), (b) nút khung BTCT toàn khối

(c)

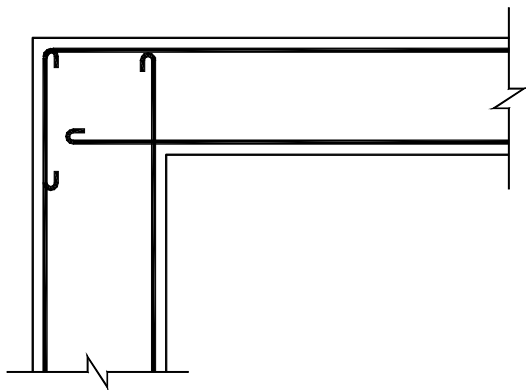


(c) cột gối khớp vào móng

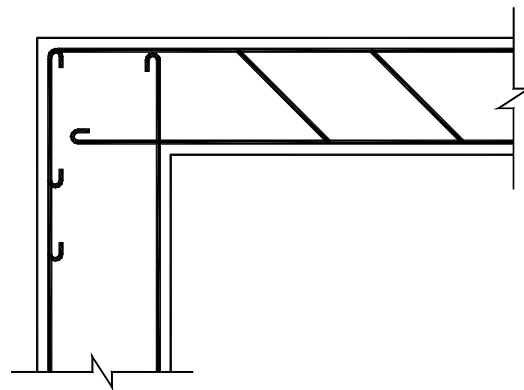
2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.2. CẤU TẠO NÚT KHUNG

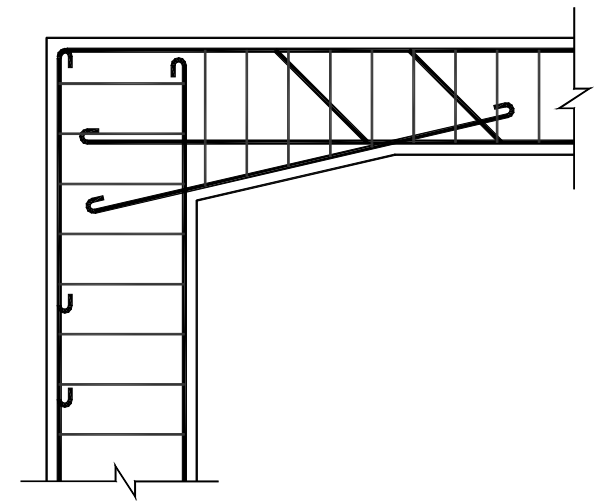
NÚT Ở GÓC



$$e_0/h \leq 0,25$$



$$0,25 \leq e_0/h \leq 0,5$$



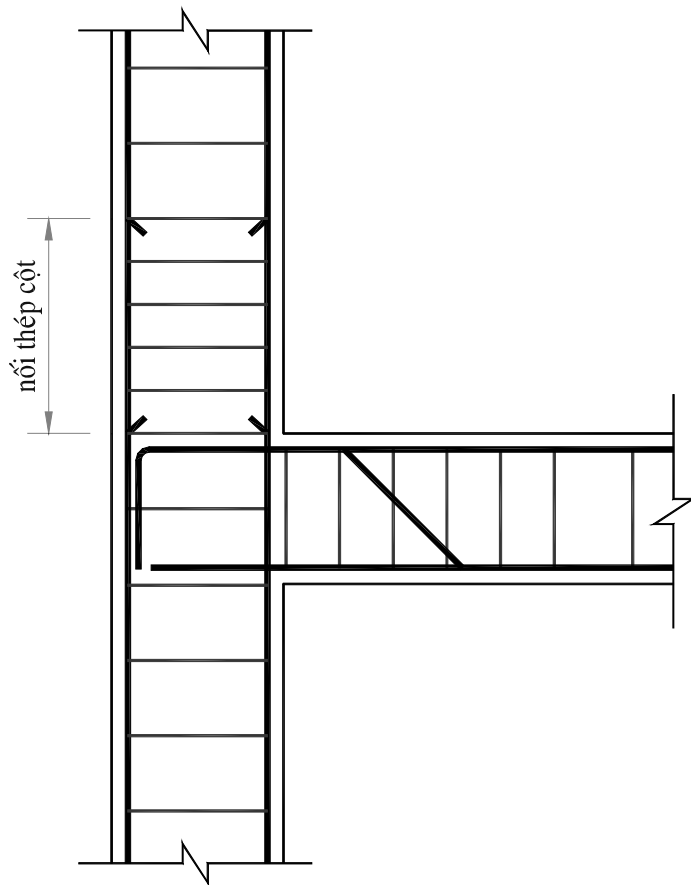
$$e_0/h > 0,5$$

N nhỏ, M lớn \Rightarrow độ lệch tâm lớn, phải neo thép chịu kéo của dầm, cột thận trọng. Có thể tạo nách để tránh ứng suất nén tập trung tại mắt, tăng khả năng chịu momen của dầm.

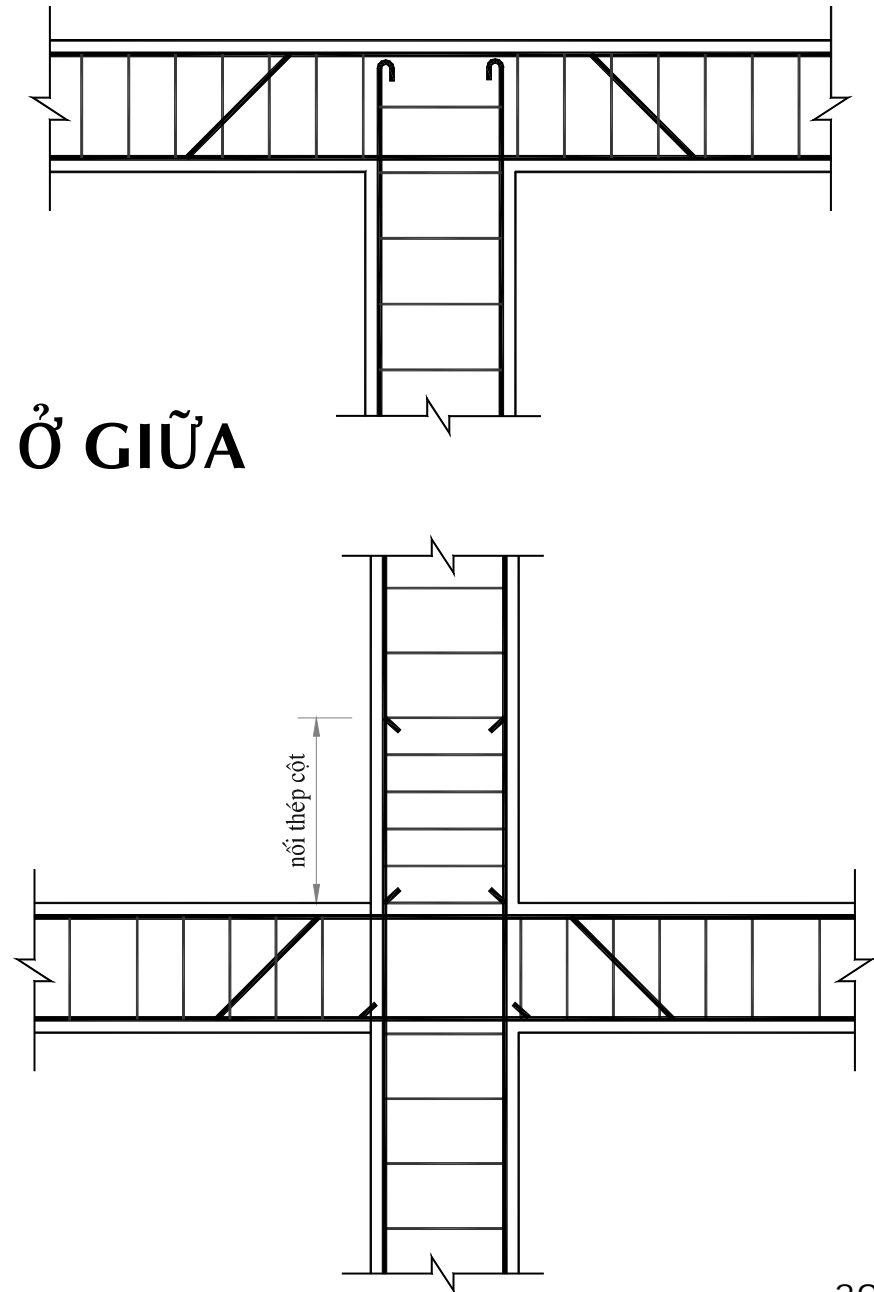
2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.2. CẤU TẠO NÚT KHUNG

NÚT Ở BIÊN

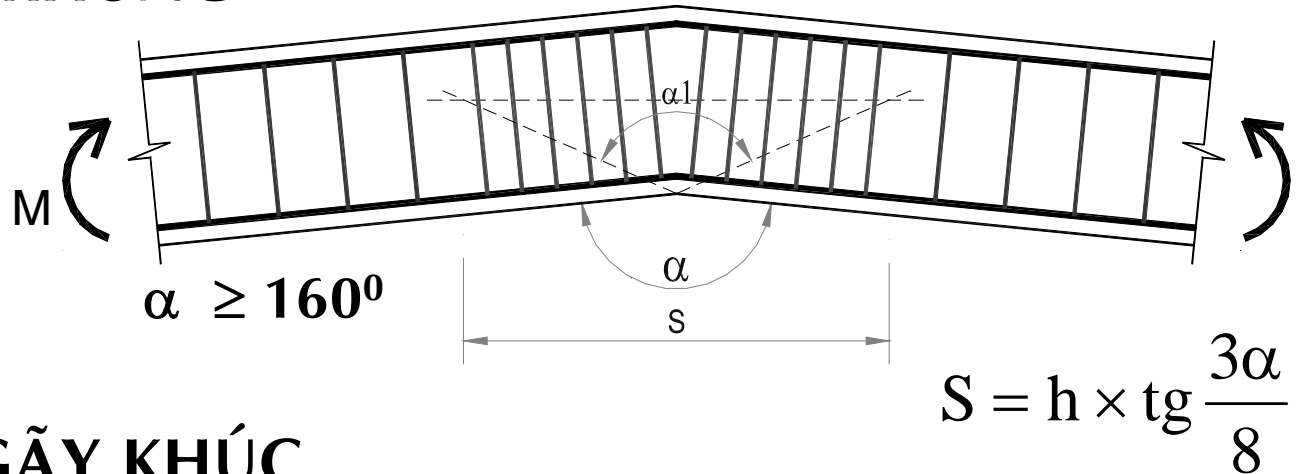


NÚT Ở GIỮA

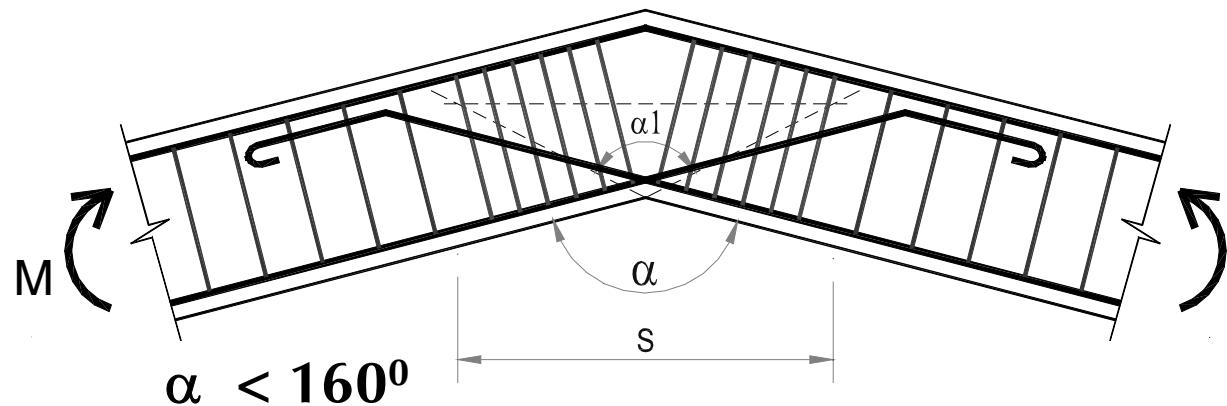


2. CẤU TẠO KHUNG TOÀN KHỐI

2.2. CẤU TẠO NÚT KHUNG



Ở CHỖ XÀ NGANG GÃY KHÚC



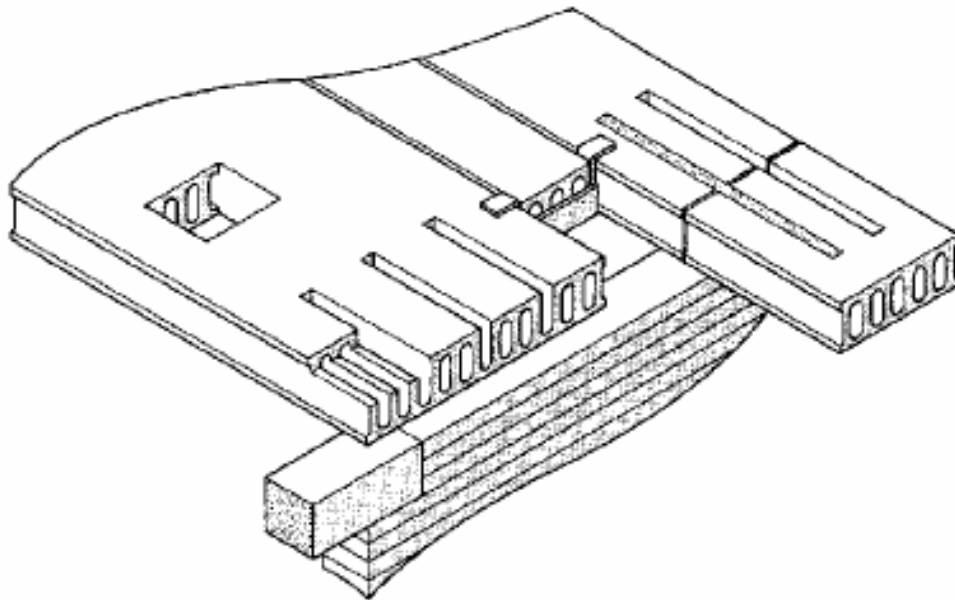
$$P_k \leq \sum R_a F_{ab} \sin \varphi$$

$$P_k = (2 R_a F_{a1} + 0,7 R_a F_{a2}) \cos \varphi$$

$$\varphi = 1/2 \alpha$$

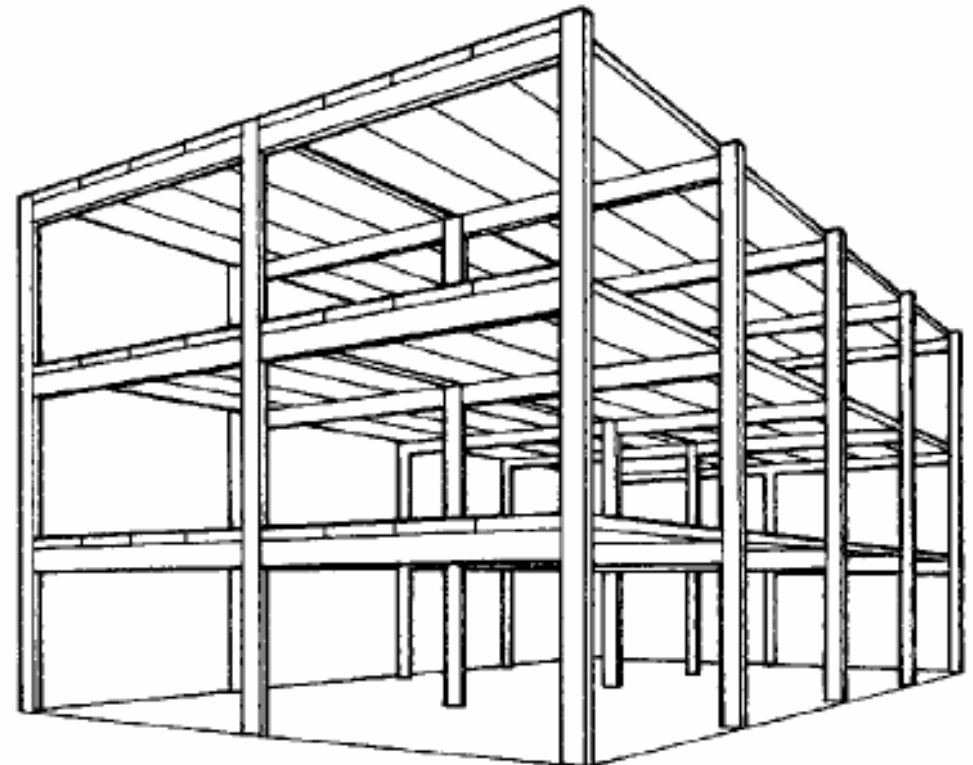
§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT



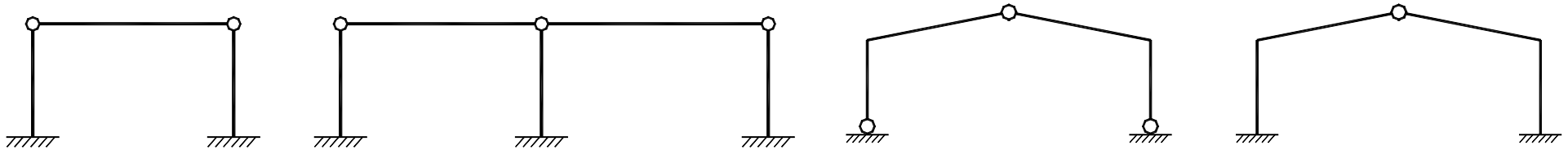
Các cấu kiện đúc sẵn được chế tạo tại nhà máy (sau đó vận chuyển đến công trường) hoặc tại bãi đúc tại công trường

Fig. 4.42 Precast concrete flooring units. Precasting of concrete allows higher levels of quality control than are possible with *in situ* casting, which allows greater strength to be achieved from a particular set of mix proportions. This permits the use of reduced thicknesses for a given load-carrying capacity and the use of more complex cross-sections. The efficiency of the units depicted here is improved by the introduction of voids into the core.



§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT



MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHUNG LẮP GHÉP

Ưu điểm của khung lắp ghép

- Có thể sử dụng vật liệu cường độ cao. Chịu lửa tốt, sản phẩm đúc sẵn có bề mặt hoàn thiện đẹp, giảm được chi phí vật liệu và nhân công hoàn thiện (tô trát) như BTCT tại chỗ.
- Kiểm soát tốt chất lượng cấu kiện đúc sẵn trong nhà máy.
- Hình dạng tiết diện có thể được chọn để tối ưu về chịu lực; hoặc trong công trình với hoạt tải lớn và cần nhiều hệ thống kỹ thuật thì có thể chọn hình dạng tiết diện sao cho dễ dàng bố trí các hệ thống ống kỹ thuật đó.
- Tiết kiệm được ván khuôn cây chống, thi công nhanh.

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT

Nhược điểm của khung lắp ghép

- Nếu chỉ sản xuất một cấu kiện đúc sẵn thì đắt hơn cấu kiện toàn khối tương đương. Số lượng cấu kiện đúc sẵn giống nhau phải rất lớn thì mới kinh tế.
- Phải quan tâm đến tải trọng phát sinh trong quá trình vận chuyển và lắp dựng, đôi khi chúng có thể lớn hơn cả tải trọng lúc sử dụng.
- Phải định hình hóa các cấu kiện đúc sẵn nên hình thức kiến trúc khó đa dạng. Do cần rất nhiều cấu kiện đúc sẵn giống nhau (để tái sử dụng ván khuôn và chuẩn hóa quy trình lắp dựng) nên kiến trúc công trình cần đơn giản và có tính lặp lại.

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT

- Nguyên lý chịu lực của khung lắp ghép nhìn chung giống khung toàn khối. Hầu hết các tấm sàn đúc sẵn chịu lực một phương, nhưng cũng có thể cấu tạo cho nó chịu lực hai phương.
- Kết cấu bao gồm các cấu kiện cột, dầm, sàn đúc sẵn rồi được lắp ghép tại công trường tương tự như khung thép. Liên kết dầm-cột có thể là nút khớp hoặc nút cứng, tùy cách cấu tạo.
- Nếu khung dùng nút khớp, cần bố trí hệ thống giằng dưới dạng tường chèn (tại chỗ hoặc lắp ghép) hoặc các thanh chéo.
- Khung có nút cứng thì có thể tự giằng (như khung toàn khối). Vị trí mối nối giữa các cấu kiện được bố trí tránh chỗ giao giữa dầm và cột. Lúc đó các cấu kiện đúc sẵn sẽ có hình dạng khá phức tạp, có thể gây khó khăn cho việc chất kho và vận chuyển.

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT

- Mặt bằng lưới cột dạng chữ nhật, hoặc chạy dài để dễ dàng chuẩn hóa các cấu kiện, nhưng cũng có thể dùng lưới cột không đều.
- Cột thường có tiết diện chữ nhật, hoặc tiết diện khác để dễ dàng bố trí dầm. Thường dùng dầm có tiết diện chữ T lật ngược, vì nó dễ dàng làm gối cho các tấm sàn đơn giản.
- Tấm sàn chịu lực một phương, thường có tiết diện đặc, rộng có lỗ hoặc tiết diện T. Các tiết diện này thích hợp cho mặt bằng chữ nhật, hoặc có thể hình thoi. Nếu mặt bằng nhà biến đổi nhiều thì nên dùng sàn toàn khối.
- Nếu dùng tường chịu lực đúc sẵn làm hệ giằng trong mặt phẳng thẳng đứng, thì tường này vừa đỡ sàn vừa chịu tải trọng ngang. Lối cứng giằng thường bố trí xung quanh khu vực thang máy hoặc cầu thang bộ. Các tường giằng nên bố trí theo cả hai phương ngang và dọc của mặt bằng nhà, và càng đối xứng càng tốt.

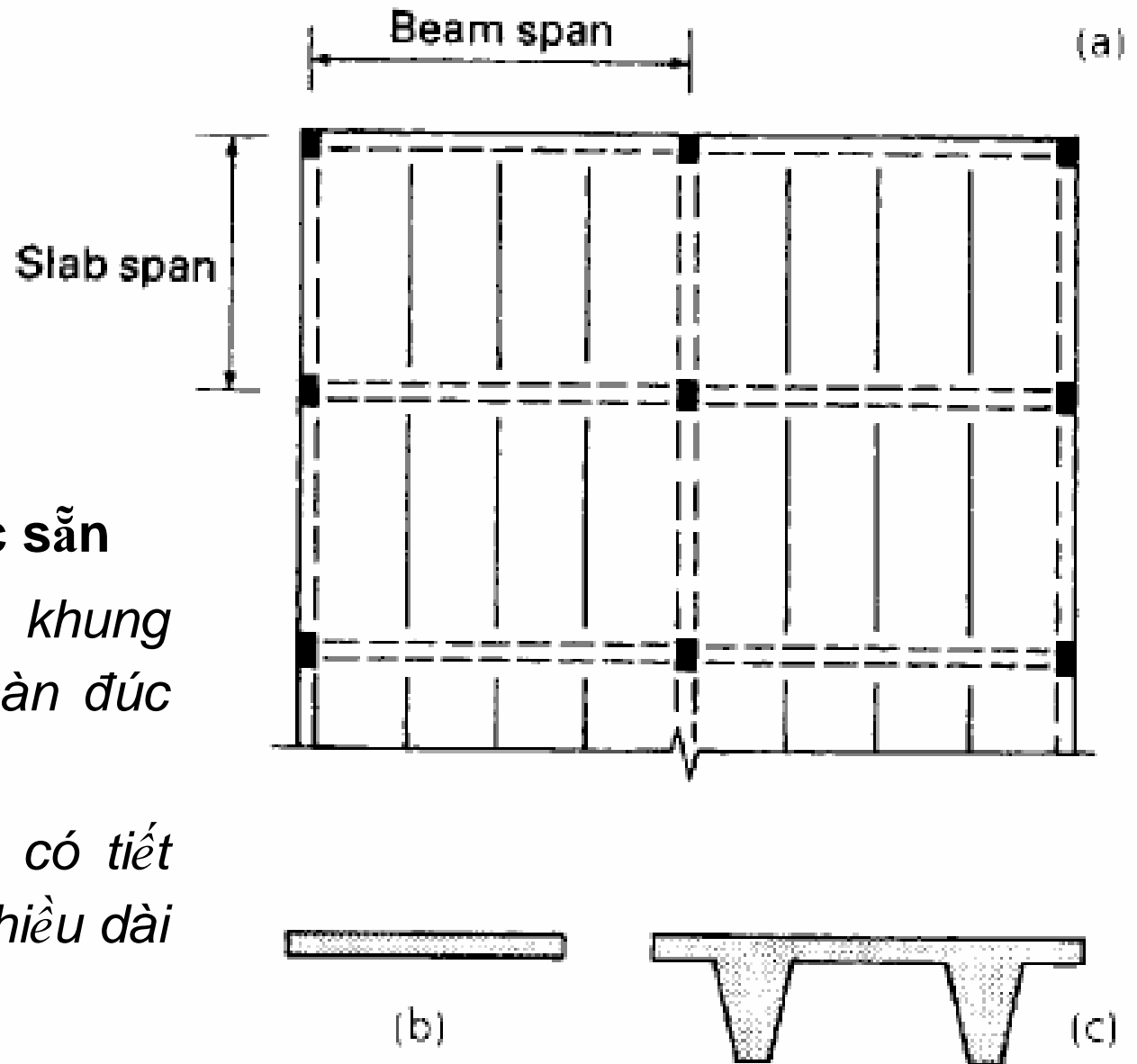
§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÀN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT

Bố trí kết cấu BTCT đúc sẵn

(a) Mặt bằng điển hình, hệ khung (cột – dầm) đỡ các tấm sàn đúc sẵn chịu lực một phương

(b) và (c) tấm sàn có thể có tiết diện đặc hoặc có gân tùy chiều dài nhịp sàn.



§3.KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BẢN LẮP GHÉP

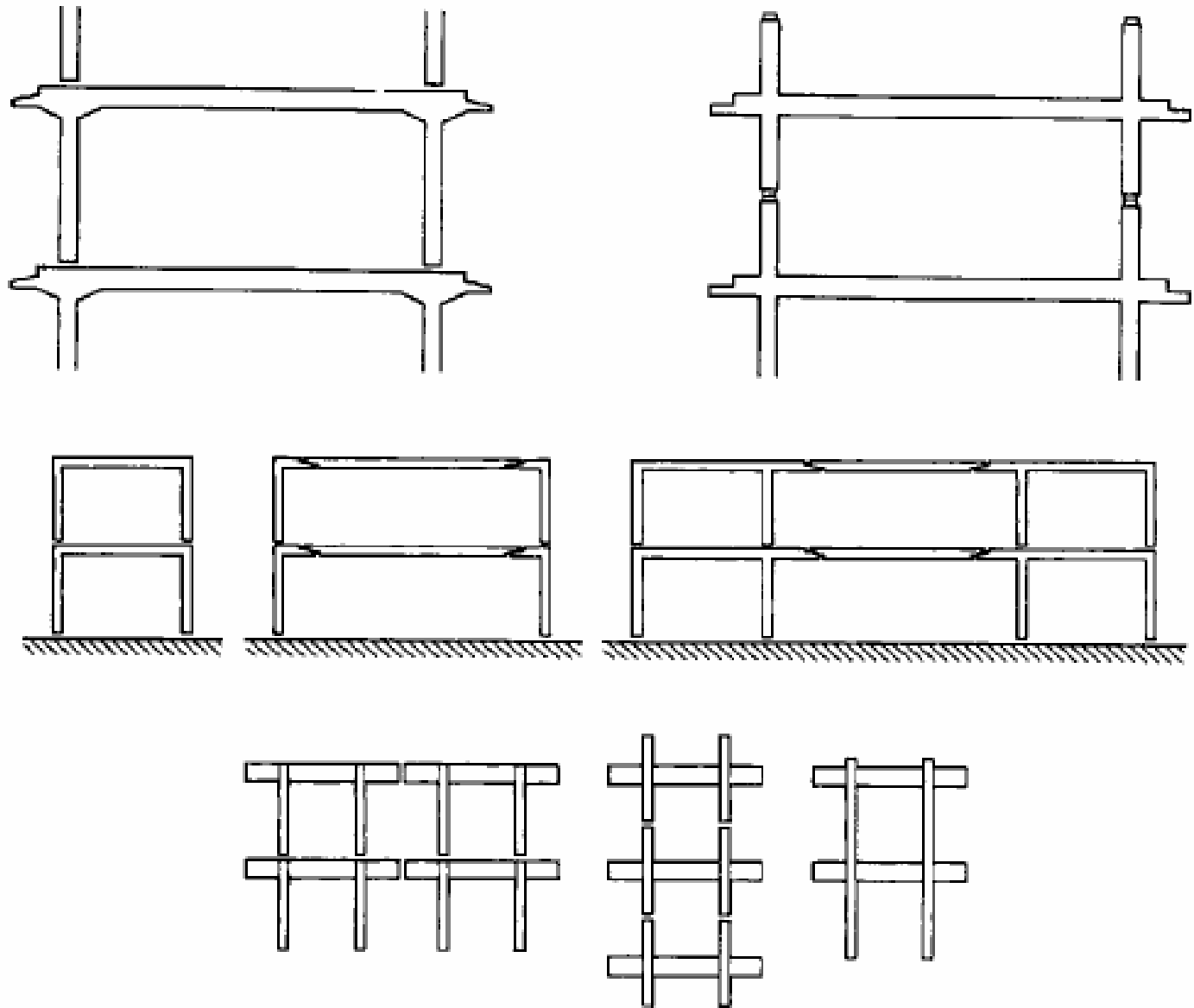
1. KHÁI QUÁT

Nhịp và kích thước tiết diện các cầu kiện bê tông đúc sẵn

<i>Nhịp sàn (m)</i>	<i>Nhịp dầm (m)</i>	<i>Chiều dày sàn (mm)</i>	<i>Chiều cao dầm (mm)</i>
4	6.0	140	450
5	7.5	140	600
6	9.0	150	700
7	10.5	190	800
8	12.0	190	1000
9	13.5	190	1150
10	15.0	250	1300
11	16.5	250	1400
12	18.0	250	1500

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÀN LẮP GHÉP

1. KHÁI QUÁT



Khi nhà bê tông đúc sẵn dùng nút cứng, để kết cấu có thể tự giằng; vị trí mối nối giữa các cấu kiện đúc sẵn được bố trí tránh chỗ giao giữa dầm và cột.⁴⁸

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

2. MỐI NỐI

a-Mối nối khô

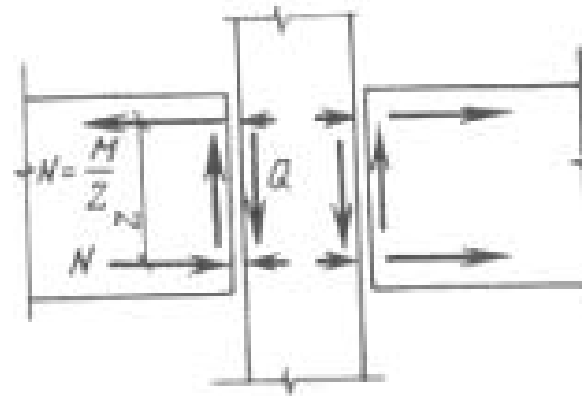
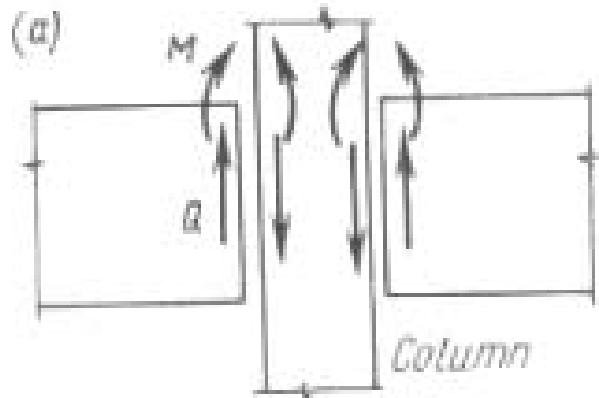
- Hàn các chi tiết thép đặt sẵn (thép I, C,L, thép tấm) vào cốt thép chịu lực của cấu kiện hoặc chôn vào bê tông nhờ các thanh neo .
- Mọi nội lực (kéo, nén, cắt ...) đều được truyền qua các chi tiết đặt sẵn.
- Ưu điểm*: chịu được lực ngay sau khi hàn→lắp ghép tiếp các cấu kiện khác.
- Nhược điểm* :chi phí thép cao, đòi hỏi tay nghề công nhân cao.

b-Mối nối ướt

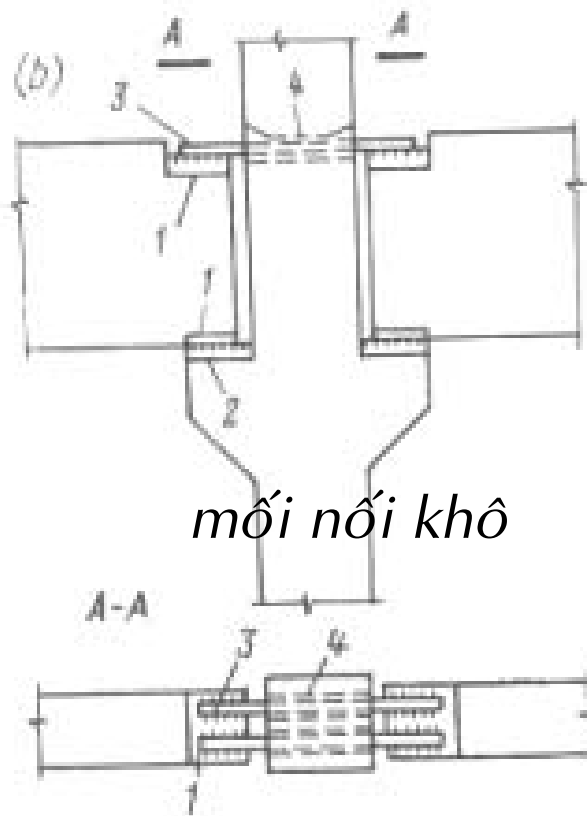
- Đặt cốt thép liên kết các cốt thép chịu lực của các cấu kiện rồi đổ BT tại chỗ vào mối nối.
- Nội lực trong các cốt thép và đôi khi cả lực cắt được truyền qua các chi tiết bằng thép, còn nội lực trong bê tông (chủ yếu là lực nén) thì truyền qua bê tông mới đổ vào mối nối.
- Ưu điểm*: dễ thi công, ít tốn thép, mối nối được bảo vệ tốt .
- Nhược điểm*: phải chờ BT khô cứng mới bảo đảm khả năng chịu tải.

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

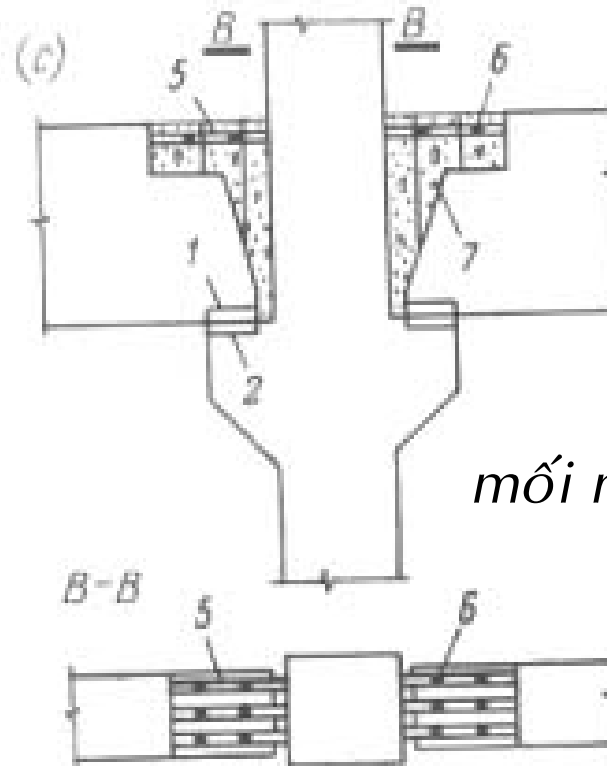
2. MỐI NỐI



*Sơ đồ nội lực
ở mối nối*



mối nối khô



mối nối ướt

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÀN LẮP GHÉP

2. MỐI NỐI

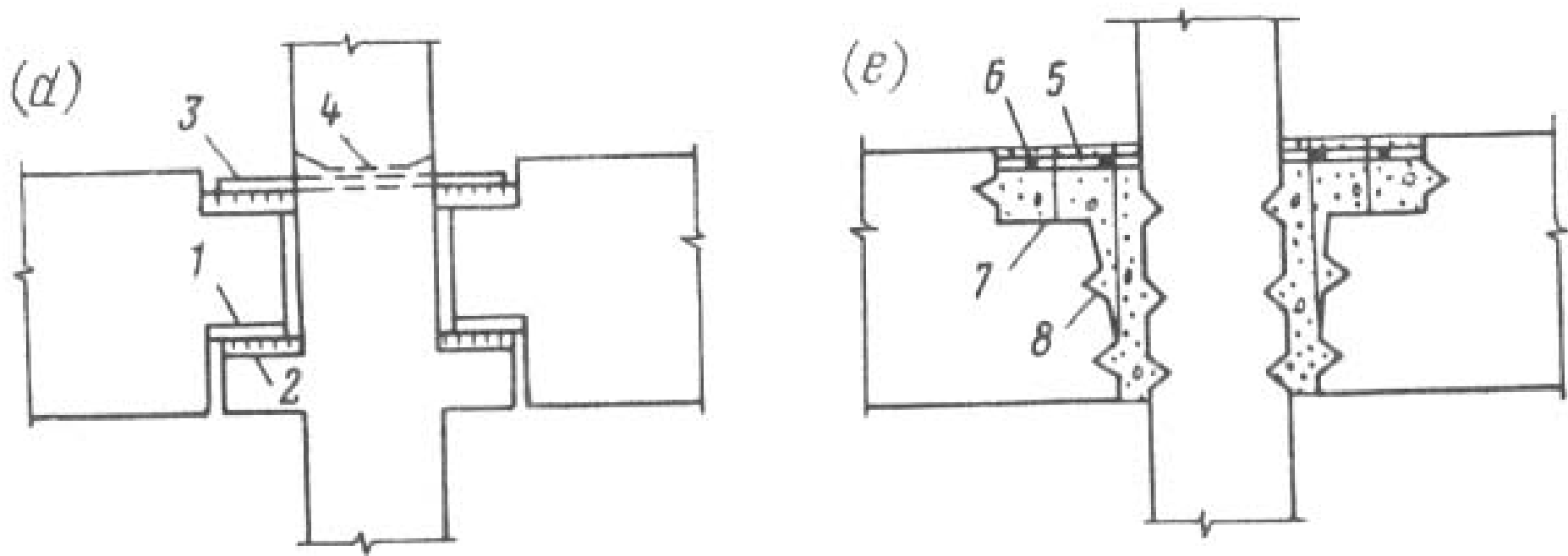
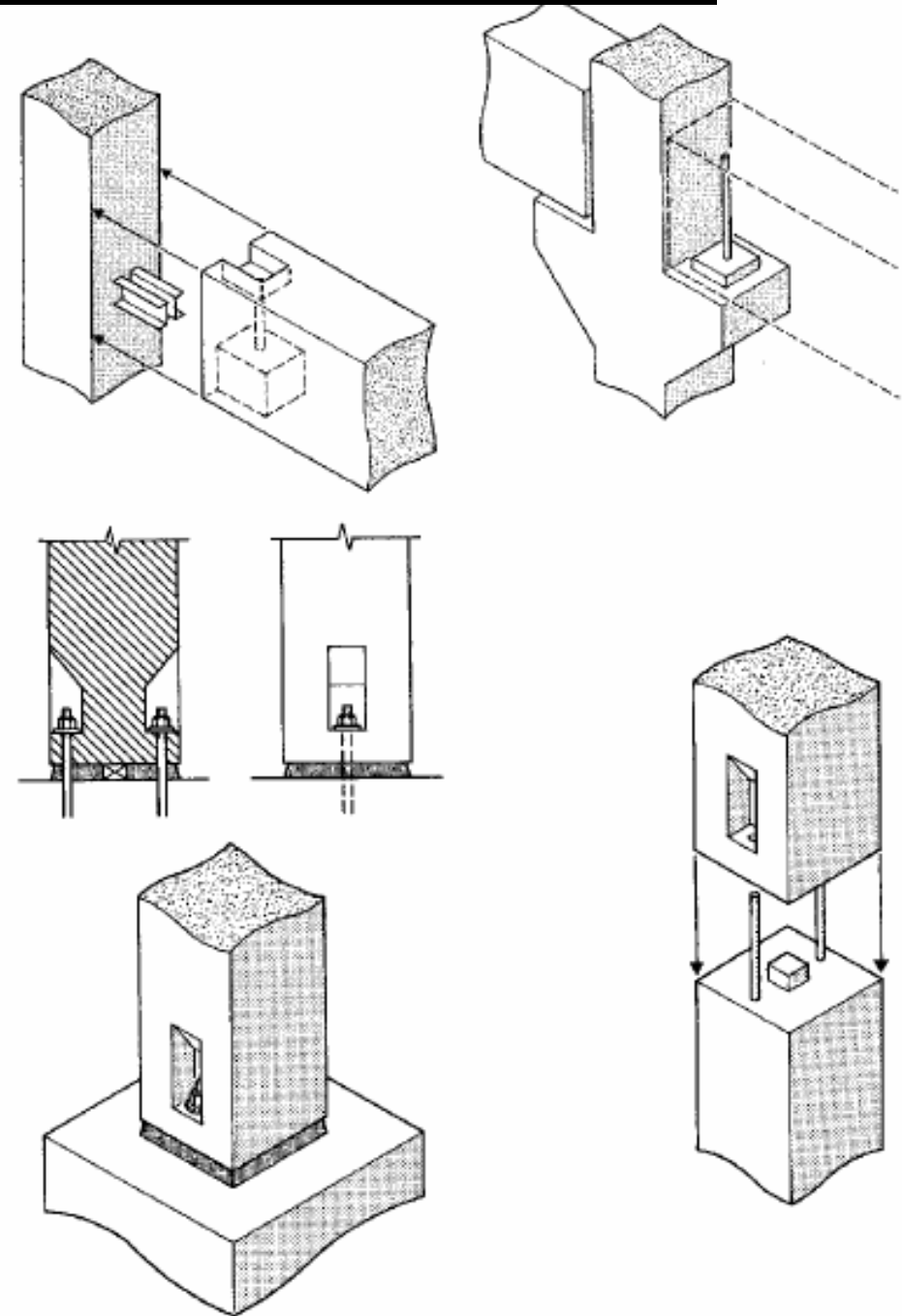


Fig. II.16. Joint between a girder and a column
1—embedded steel part of the girder; 2—embedded steel part of the column; 3—connection bars; 4—ducts in the column; 5—additional bar; 6—to be welded in a copper mould; 7—in-situ concrete; 8—prismatic cavity for concrete keys

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

2. MÔI NỐI



Nút khớp (chỉ có khả năng truyền lực cắt và lực dọc) trong khung bê tông đúc sẵn.

§3. KHUNG BTCT LẮP GHÉP VÀ BÁN LẮP GHÉP

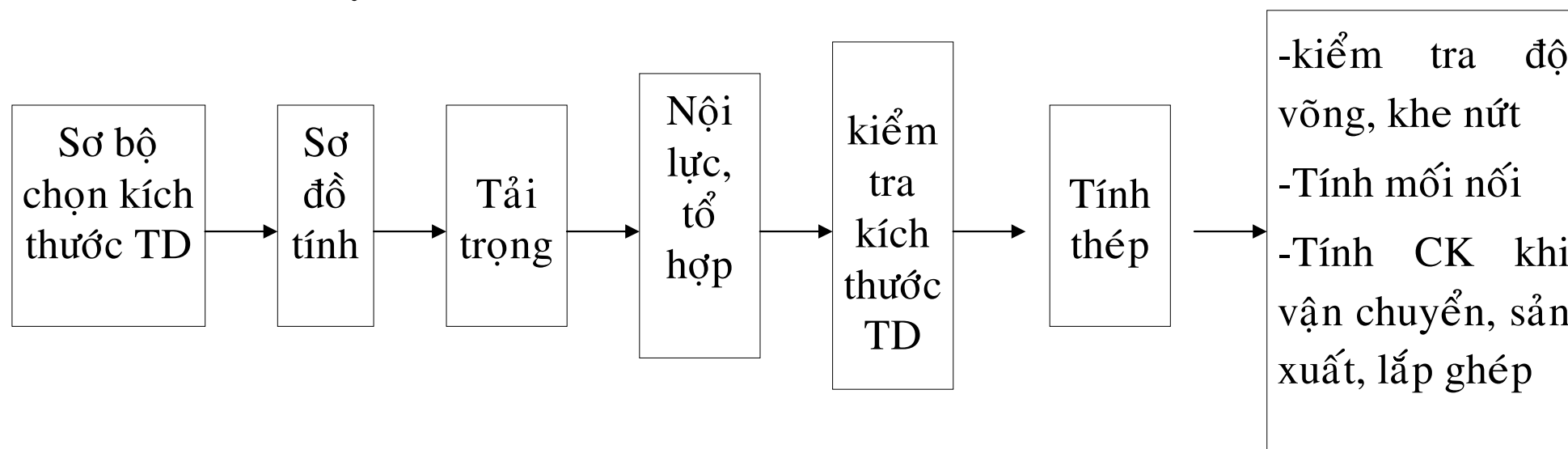
2. KHUNG BÁN LẮP GHÉP

- Kết hợp ưu điểm của hai dạng: toàn khối và lắp ghép. Các cấu kiện đúc sẵn có khả năng chịu lực cao và hiệu quả, bền vững, bề mặt hoàn thiện đẹp, tiết diện phức tạp, kích thước chính xác, lắp dựng nhanh. Các phần toàn khối được thực hiện tại các chỗ không đều đặn trên mặt bằng nhà, và tạo tính liên tục giữa các cấu kiện.
- Kết cấu khung bán lắp ghép có thể được thực hiện theo hai cách:
 - ✓ Khung chịu lực (gồm cột và dầm chính) đổ tại chỗ với tiết diện chữ nhật, kết hợp với các tấm sàn đúc sẵn có tiết diện phức tạp hơn được sản xuất trong điều kiện nhà máy.
 - ✓ Tất cả các cấu kiện đều được chế tạo sẵn chưa hoàn chỉnh, phần còn lại (của các cấu kiện) cùng với mối nối được đổ bê tông tại chỗ, tạo ra nút cứng cho kết cấu khung.

§4.TÍNH TOÁN KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP

1. QUAN NIỆM TÍNH TOÁN

2. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN



3. CHỌN SƠ BỘ KÍCH THƯỚC TIẾT DIỆN, CHỌN VẬT LIỆU

- So sánh, dựa vào các thiết kế tương tự, kinh nghiệm thiết kế
- Tính toán sơ bộ dựa vào nhịp, tải trọng ...

§4. TÍNH TOÁN KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP

3. CHỌN SƠ BỘ KÍCH THƯỚC TIẾT DIỆN

a. Xà ngang

Chiều cao h của xà ngang khung

Hình dáng xà ngang		Hệ số m khi xà ngang là	
		một nhịp	nhiều nhịp
1. Thẳng		10 ÷ 12	12 ÷ 16
2. Gãy khúc	- Không có thanh	12 ÷ 16	12 ÷ 18
	- có ^{căng} thanh căng	16 ÷ 20	16 ÷ 24
3. Cong	- Không có thanh	18 ÷ 24	18 ÷ 30
	- có ^{căng} thanh căng	30 ÷ 35	30 ÷ 40

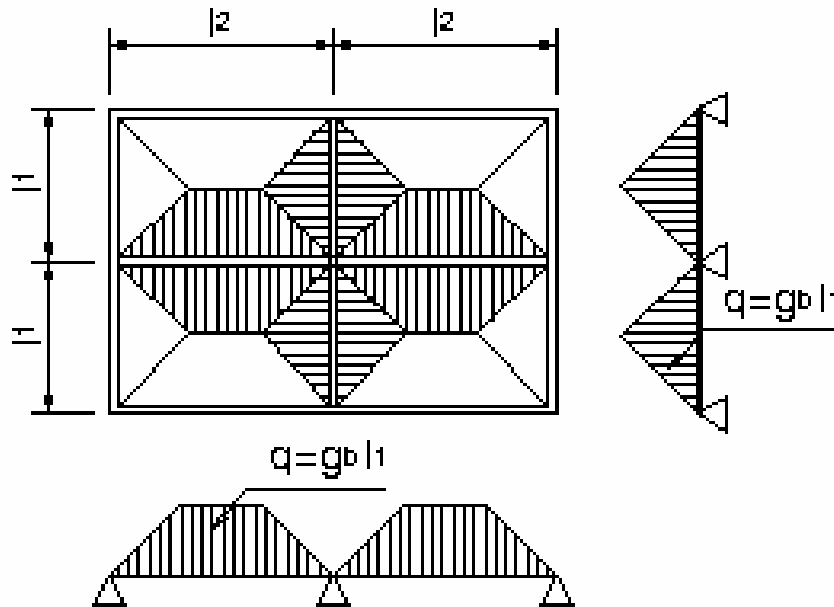
$$h = \frac{l}{m}$$

$$h_0 = (1,7 \div 2) \sqrt{\frac{M}{R_b b}}$$

$$M = (0,6 \div 0,7) M_0$$

Tính toán nội lực dầm

a. Xác định tải trọng trên dầm

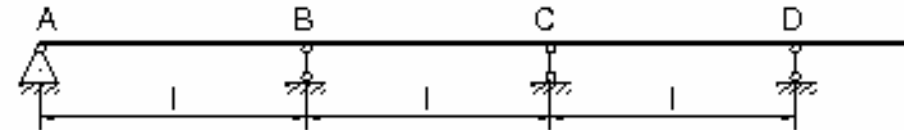


**Truyền tải từ sàn xuống dầm
(đang xét dầm giữa)**

Dầm còn chịu các tải trọng khác.

b. Xác định nội lực dầm

- ❖ giải khung
- ❖ giải dầm liên tục



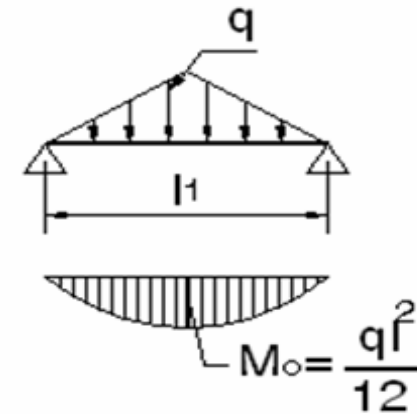
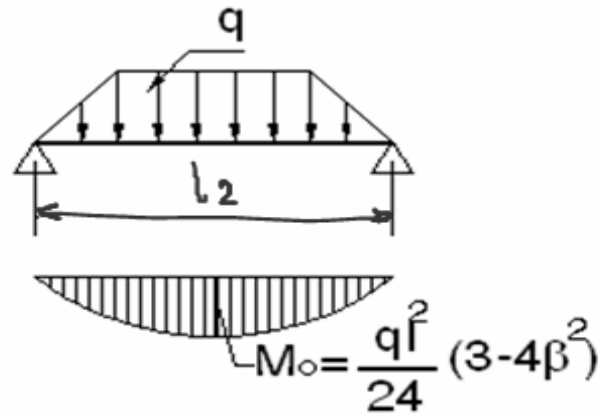
$$M_{nhb} = 0,8M_o + \frac{g_o l^2}{10}$$

$$M_{nhg} = 0,5M_o + \frac{g_o l^2}{16}$$

$$M_B = -\left(0,65M_o + \frac{g_o l^2}{14}\right)$$

$$M_C = M_D = -\left(0,5M_o + \frac{g_o l^2}{16}\right)$$

g_0 là tải trọng phân bố đều trên dầm (do trọng lượng bản thân, vv...)



$$\beta = \frac{l_1}{2l_2}$$

LỰC CẮT

gối biên

$$Q_A = Q_o - \frac{M_B}{l}$$

mép trái gối thứ hai

$$Q_B^{\text{tr}} = Q_o + \frac{M_B}{l}$$

các gối giữa

$$Q_B^{\text{ph}} = -Q_C^{\text{tr}} = Q_C^{\text{ph}} = \dots = Q_o$$

(Q_o là lực cắt tại gối của dầm đơn giản)

§4. TÍNH TOÁN KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP

3. CHỌN SƠ BỘ KÍCH THƯỚC TIẾT DIỆN

b. Cột

▪ Các yêu cầu

- ✓ kiến trúc: yêu cầu thẩm mỹ và sử dụng không gian
- ✓ Kết cấu: độ bền (tính thép) và độ ổn định

Ổn định: hạn chế độ mảnh (cột nhà có $\lambda_{gh}=100$)

- ✓ Thi công: b, h là bội số của 5cm hoặc 10cm

- Xác định diện tích tiết diện cột sơ bộ (A)
- Yêu cầu hạn chế tỷ số nén n_c khi có xét động đất.
- Giảm khả năng chịu lực của cột theo chiều cao:
 - ✓ Giảm kích thước tiết diện
 - ✓ Giảm cốt thép
 - ✓ Giảm mác (cấp độ bền) bê tông

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \leq \lambda_{gh}$$

$$A = \frac{k_t N}{R_b}$$

$$N = m_s q F_s$$

$$n_c = \frac{N}{R_b A}$$

Sự truyền tải trọng từ dầm; sàn vào cột

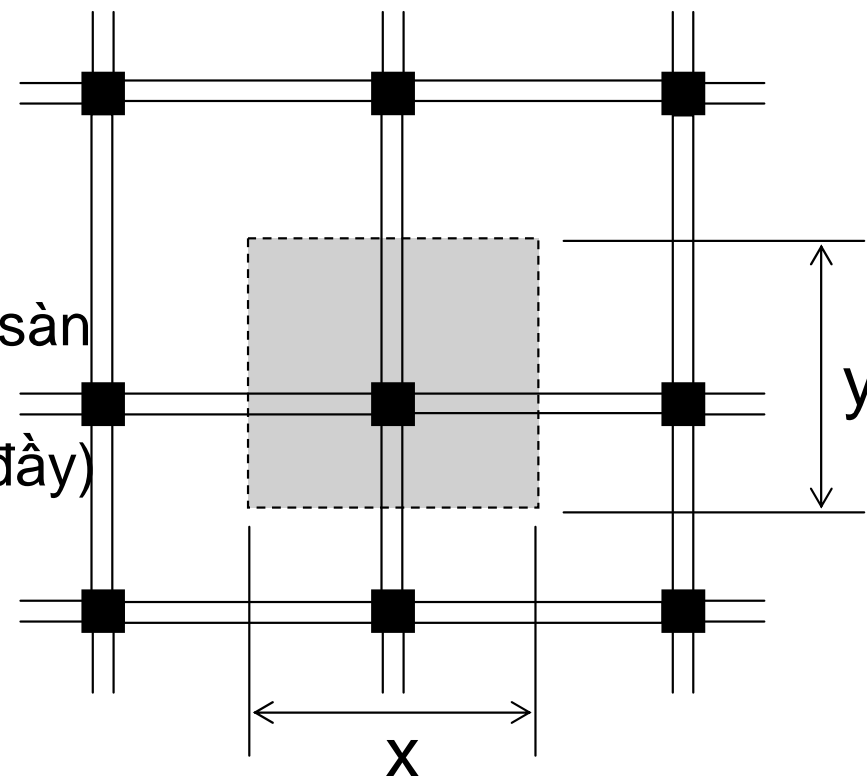
1) Phương pháp diện truyền tải:

½ Khoảng cách đối với cột liền kề

TT tác dụng lên cột = DT x tải tác dụng trên sàn

Tải tác dụng trên sàn = DL + LL ... (tải chất đầy)

$$DL = \gamma_{bt} \times h_t$$



VD: cho $x = 5 \text{ m}$, $y = 4 \text{ m}$, $LL = 300 \text{ kg/m}^2$, chiều dày sàn $h_t = 10 \text{ cm}$

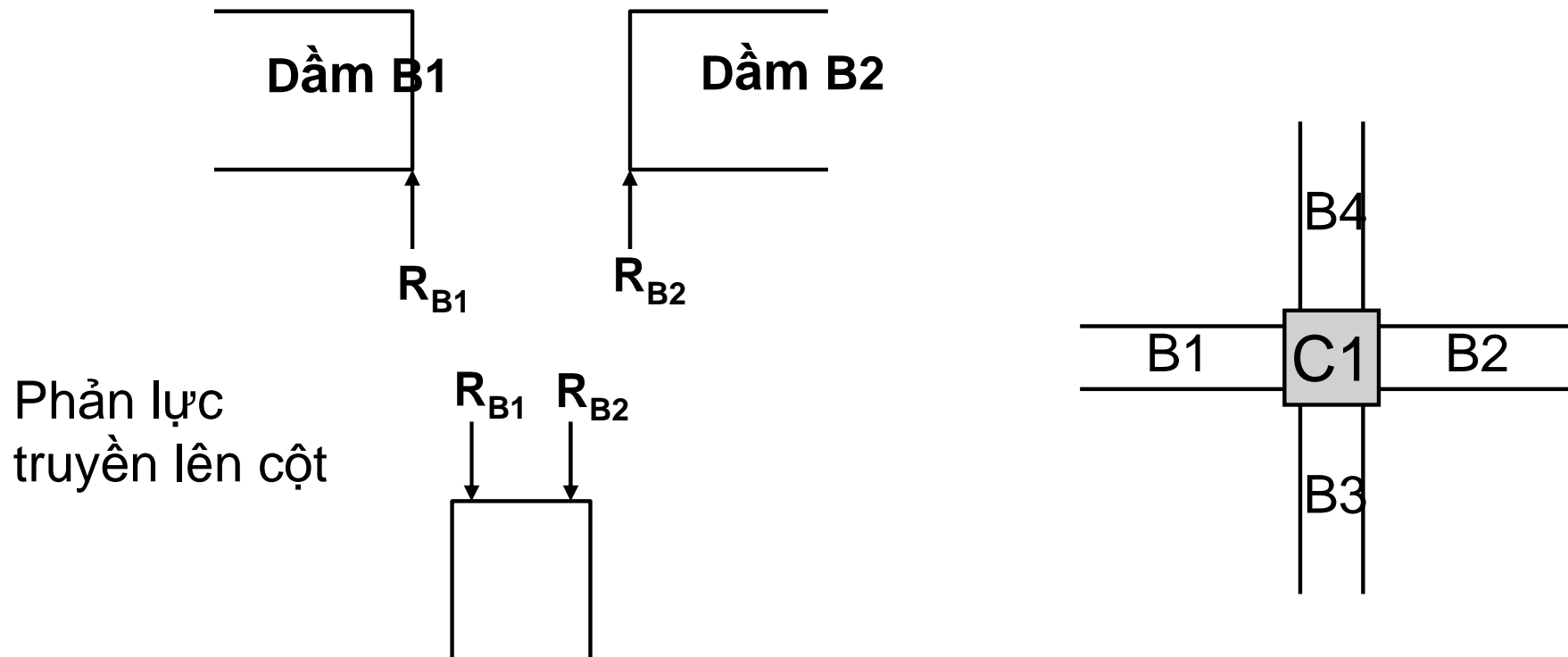
Tải trọng tác dụng lên sàn = $DL + LL = 0.1(2400) + 300 = 540 \text{ kg/m}^2$

Diện truyền tải = $5 \times 4 = 20 \text{ m}^2$

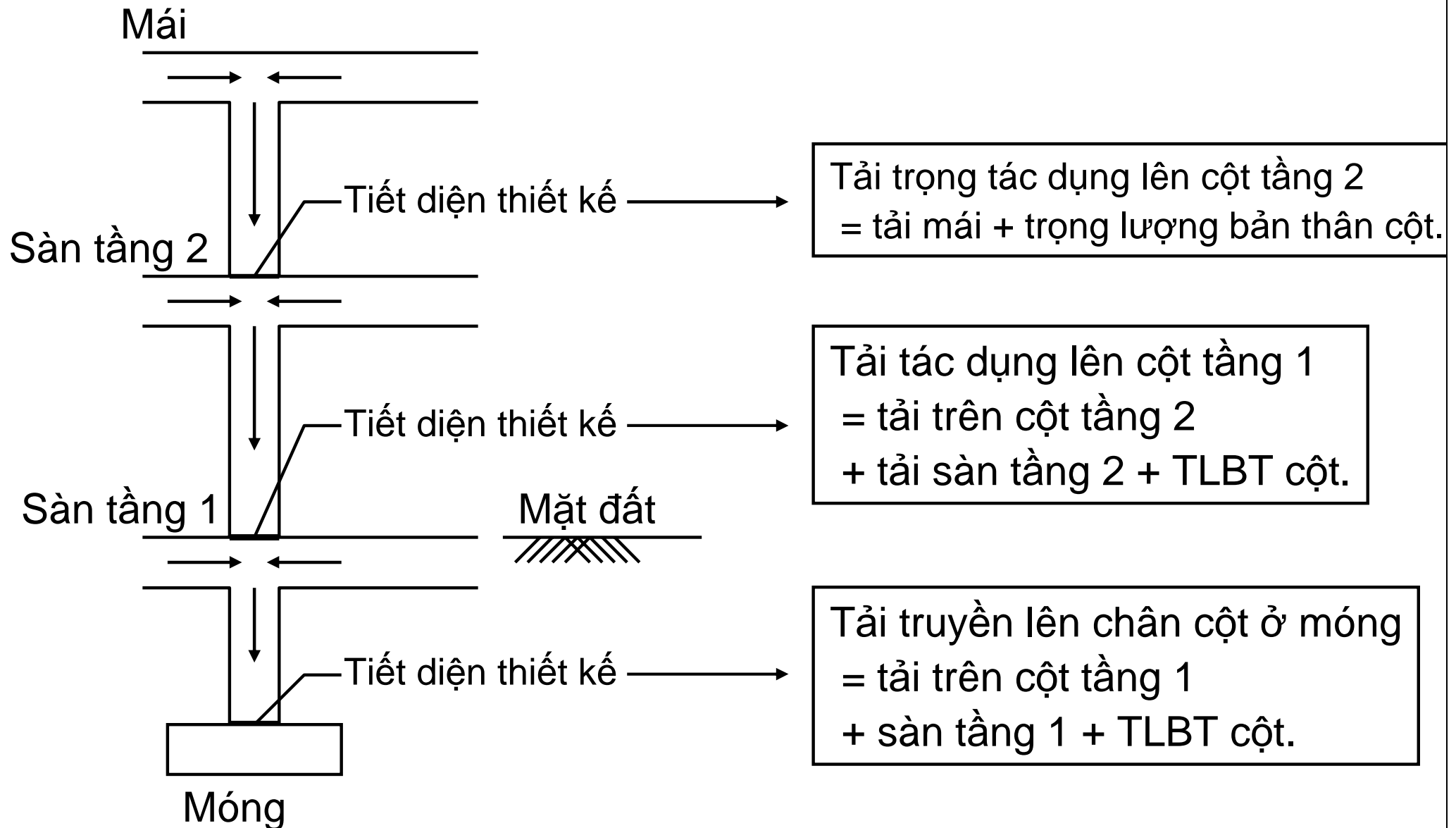
Tải tác dụng lên cột = $20 \times 540 = 10,800 \text{ kg} = 10.8 \text{ t}$

2) Phương pháp truyền phản lực từ dầm:

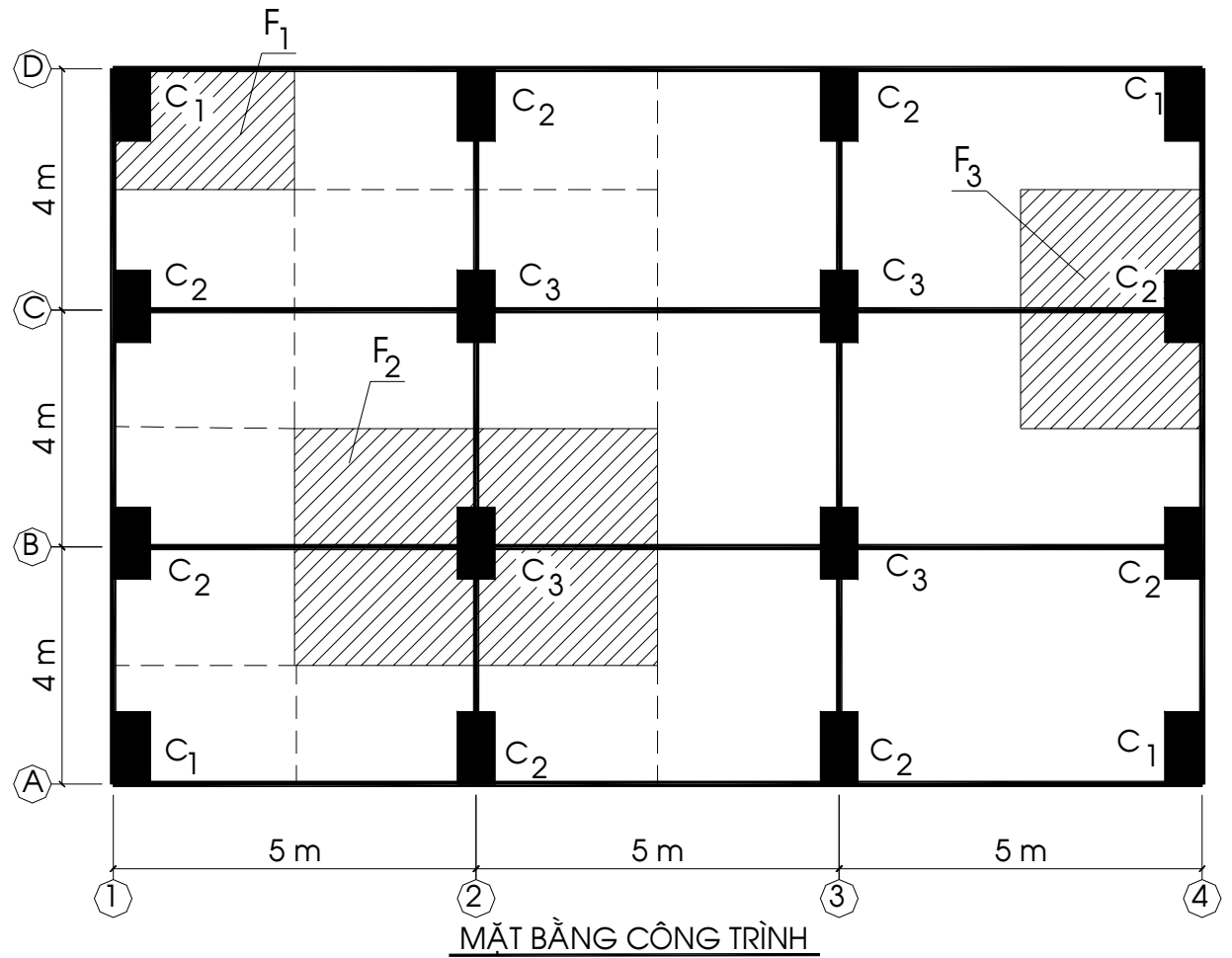
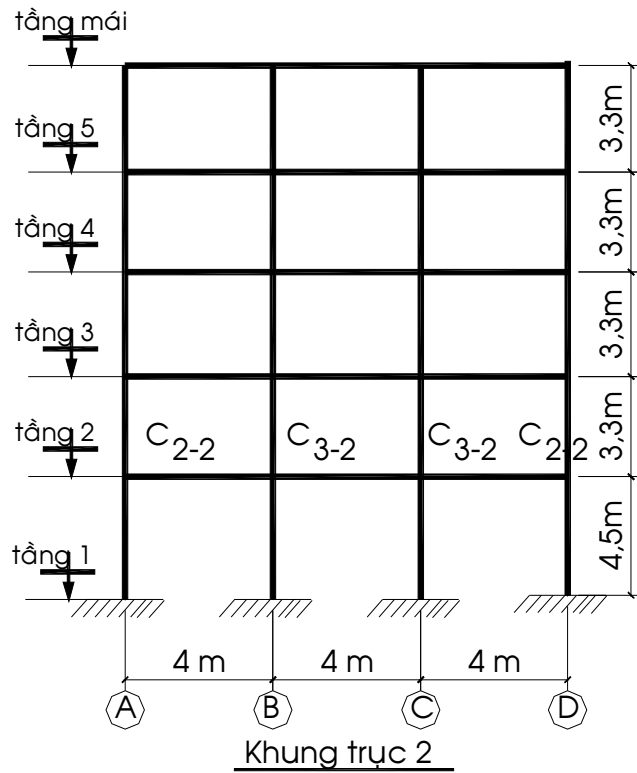
Tải tập trung từ các gối cột liền kề



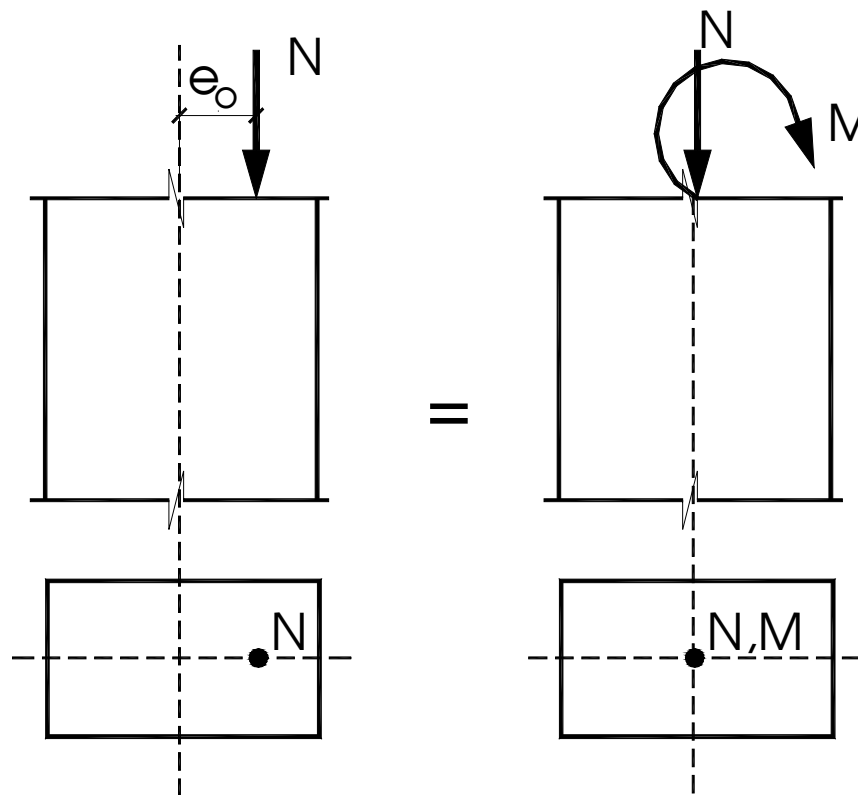
3. Tổng tải trọng tác dụng lên tiết diện cột



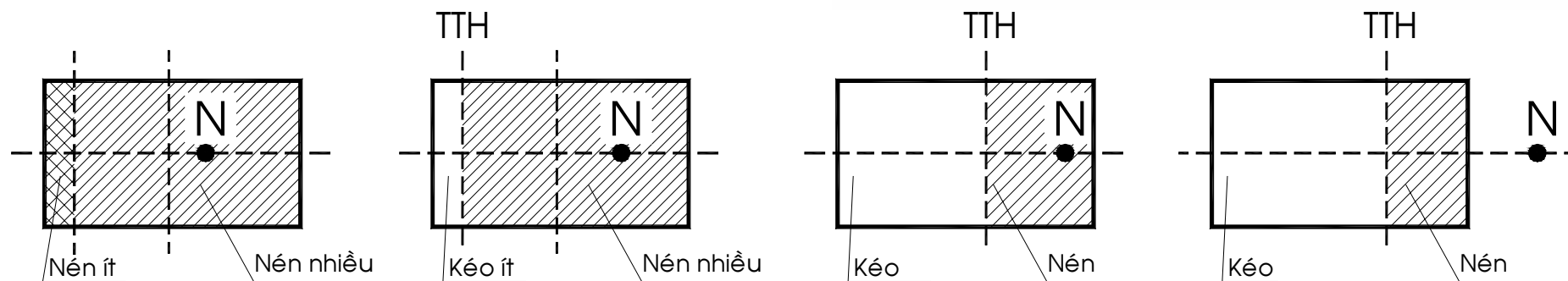
Home works : Tải trọng lấy như trong ví dụ trên



Tính toán cột chịu nén lệch tâm



- *Lệch tâm lớn* : tiết diện có một vùng kéo; một vùng nén rõ rệt.
- *Lệch tâm bé* :
 - Tiết diện có một vùng nén nhiều + một vùng kéo ít.
 - Tiết diện có một vùng nén nhiều + một vùng nén ít.

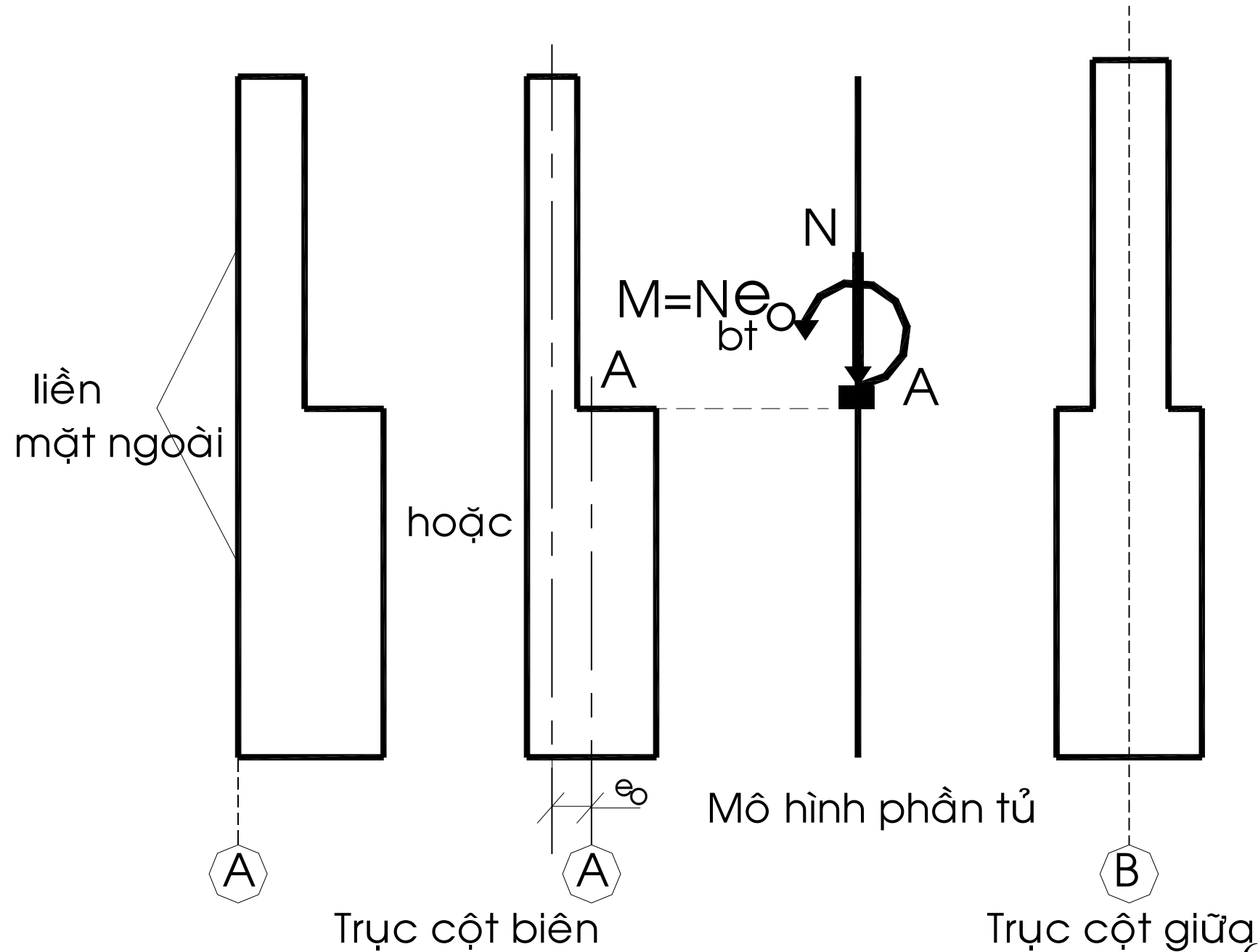


Nén lệch tâm bé

Nén lệch tâm lớn

Hình Cấu kiện chịu nén lệch tâm

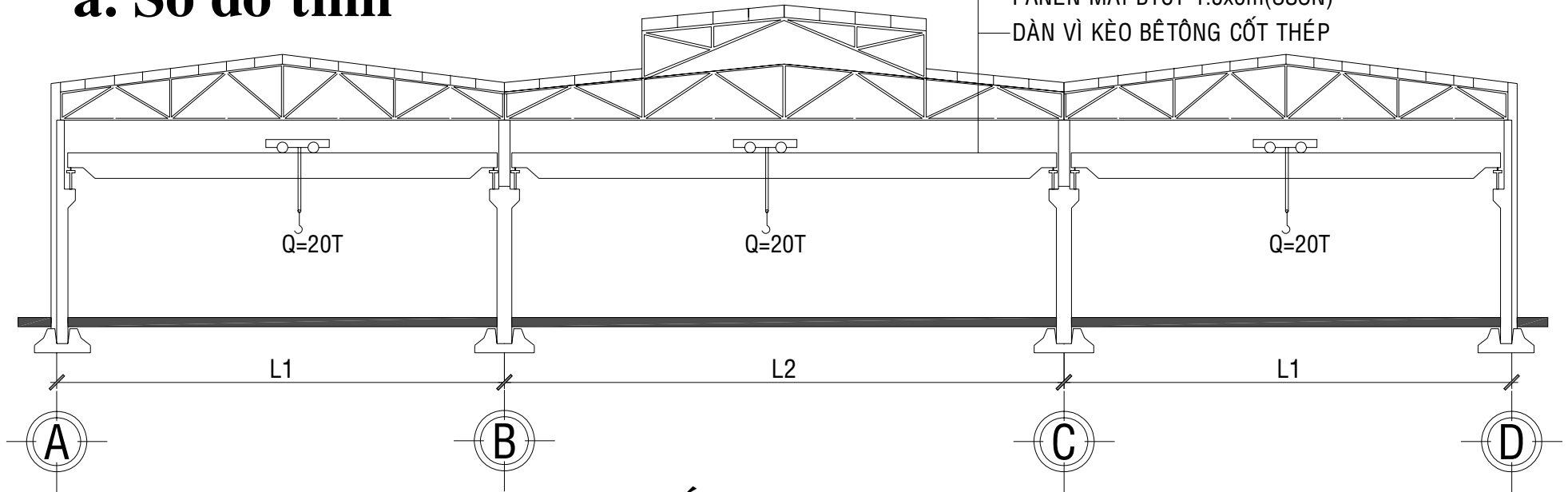
Lệch tâm do cột tầng trên bé hơn cột tầng dưới



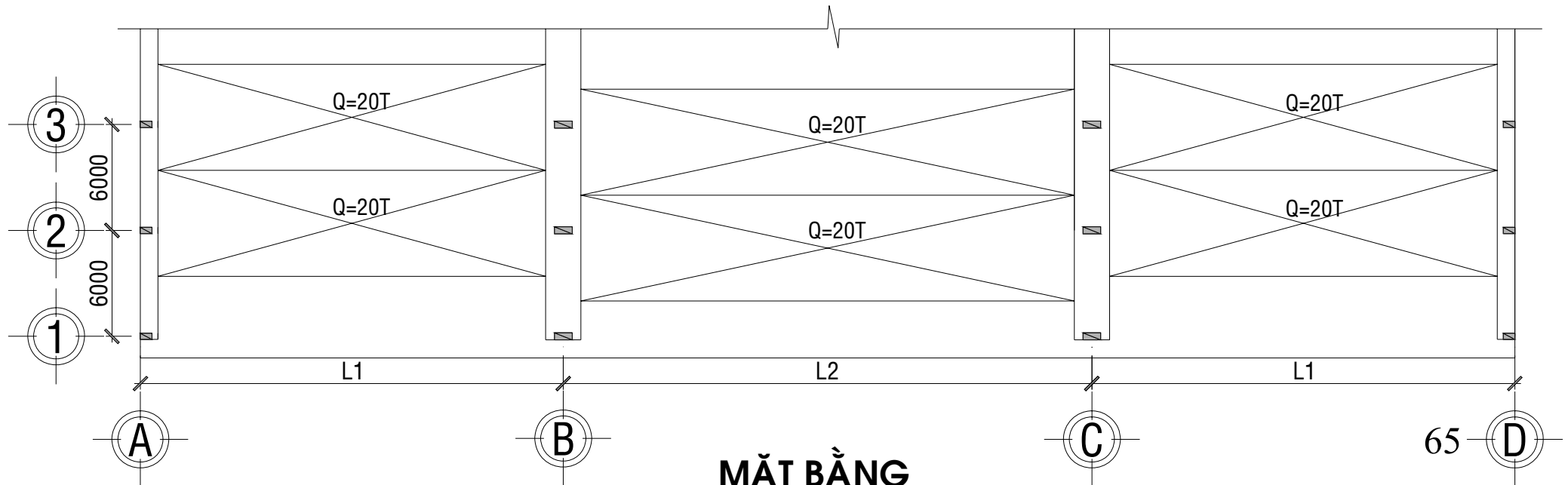
§5. TÍNH TOÁN KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP

a. Sơ đồ tính

- 2 LỚP GẠCH LÁ NEM KẾ CẢ VỮA DÀY 50
- BÊTÔNG NHẸ DÀY 120
- LỚP BÊTÔNG CHỐNG THẤM DÀY 40
- PANEN MÁI BTCT 1.5x6m(SƯỜN)
- DÀN VÌ KÈO BÊTÔNG CỐT THÉP



MẶT CẮT KHUNG NGANG



MẶT BẰNG

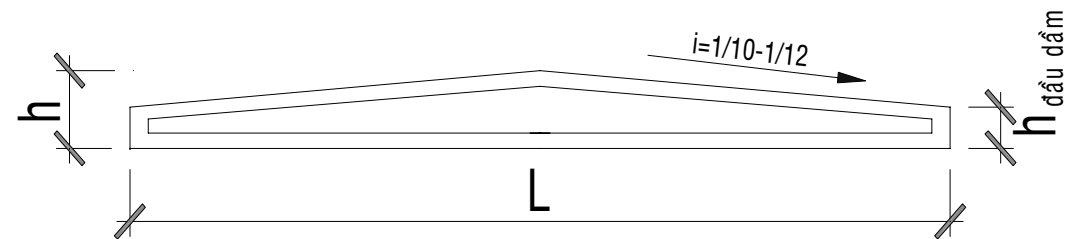
65

b. Lựa chọn kích thước

■ Kết cấu mang lực mái

■ $L \leq 18\text{m}$:

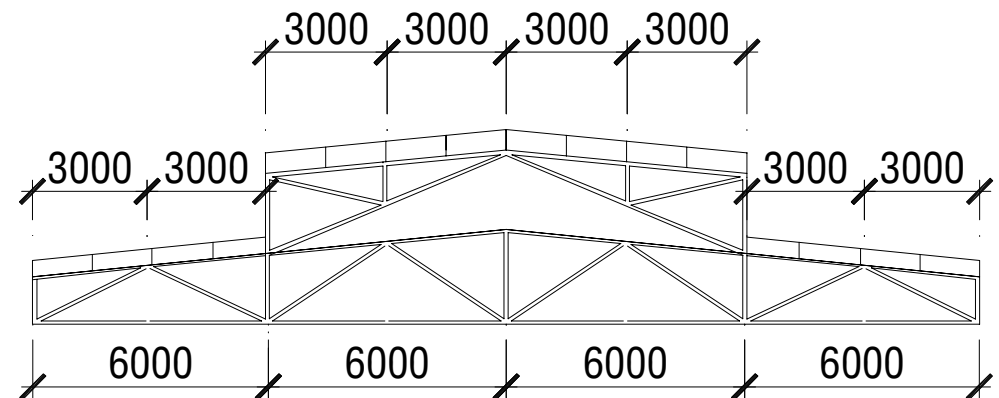
$$\begin{cases} h = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{15} \right) L \\ h_{\text{đầu dầm}} = 800 \text{ mm} \end{cases}$$



DÀN MÁI

■ $L > 18\text{m}$

$$h = \left(\frac{1}{7} \div \frac{1}{9} \right) L$$



DÀN MÁI

b. Lựa chọn kích thước

■ Cửa mái

- $L \leq 18\text{m} : B_{\text{cm}} = 6\text{m}$

- $L > 18\text{m} : B_{\text{cm}} = 12\text{m}$

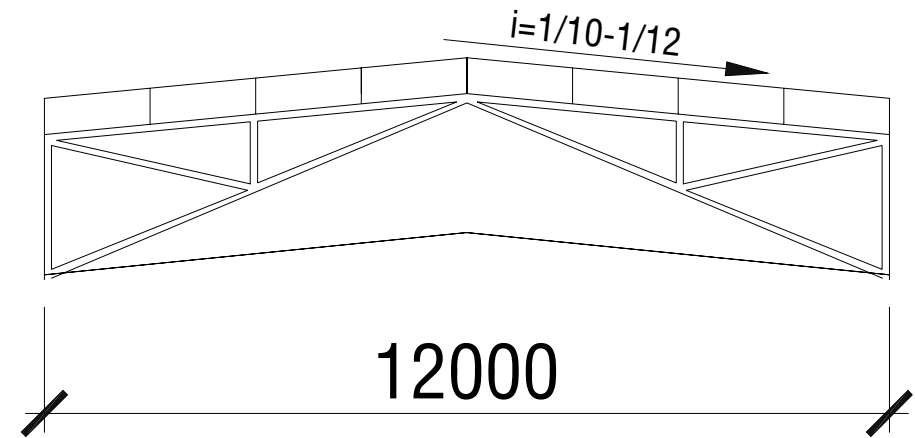
- Chiều cao:

- Lấy theo yêu cầu chiếu sáng

- Liên kết :

- Khớp ở chân

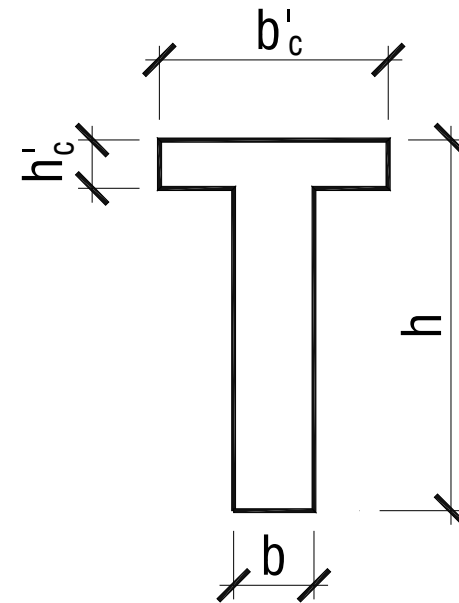
- Khớp ở xà ngang.



b. Lựa chọn kích thước

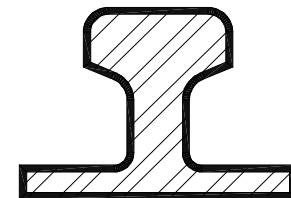
■ Dầm cầu trực

- $Q = 5-10$ (T) : $h = 800\text{mm}$
- $Q \geq 15$ (T) : $h = 1000\text{mm}$
- $h = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{10} \right) l = (60 \div 140) \text{ cm}$
- $b_c = (57 \div 70) \text{ cm}$; $b = (20 \div 30) \text{ cm}$



■ Ray

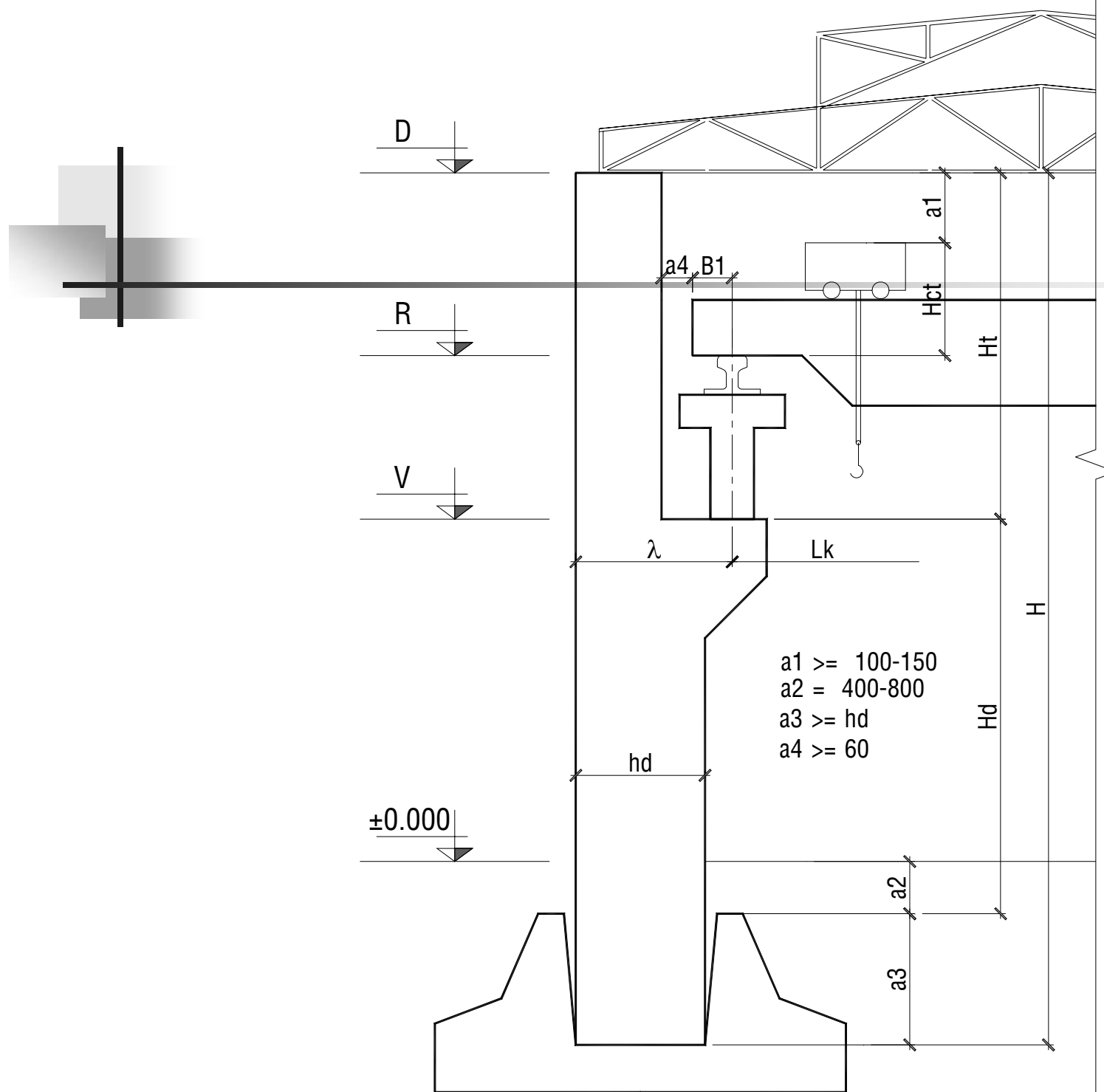
- Bằng thép cường độ cao
- $h_r = 12 \div 14 \text{ cm}$ khi $P_{\max} = 18 \div 30 \text{ T}$.



2. Lựa chọn kích thước

■ Kích thước gabarit của khung ngang

- H_{ct} : chiều cao cầu trục (tra bảng)
- H_c : chiều cao dầm cầu trục
- H_r : chiều cao ray và các lớp đệm
- Cao trình vai cột : $V = R - (H_r + H_c)$
- Cao trình đỉnh cột : $D = R + H_{ct} + a_1$ ($a_1 = 10 \div 15 \text{cm}$)
- Chiều dài cột trên : $H_t = D - V$
- Chiều dài cột dưới : $H_d = V + a_2$ ($a_2 = 40 \div 80 \text{cm}$)
- Chiều dài toàn bộ cột : $H = H_t + H_d + a_3$
($a_3 = 60 \div 80 \text{cm}$, $a_3 \geq h_d$)



b. Lựa chọn kích thước

■ Cột và vai cột

- *Nhà không có cầu trục*

- *Nhà có cầu trục :*

- Khi sức trục $Q \leq 30T$:thường dùng cột đặc, tiết diện \square hoặc I

- Khi sức trục $Q > 30T$, cao trình đỉnh ray $> 10m$, nhịp $\geq 30m$:thường dùng cột rỗng (cột 2 nhánh)

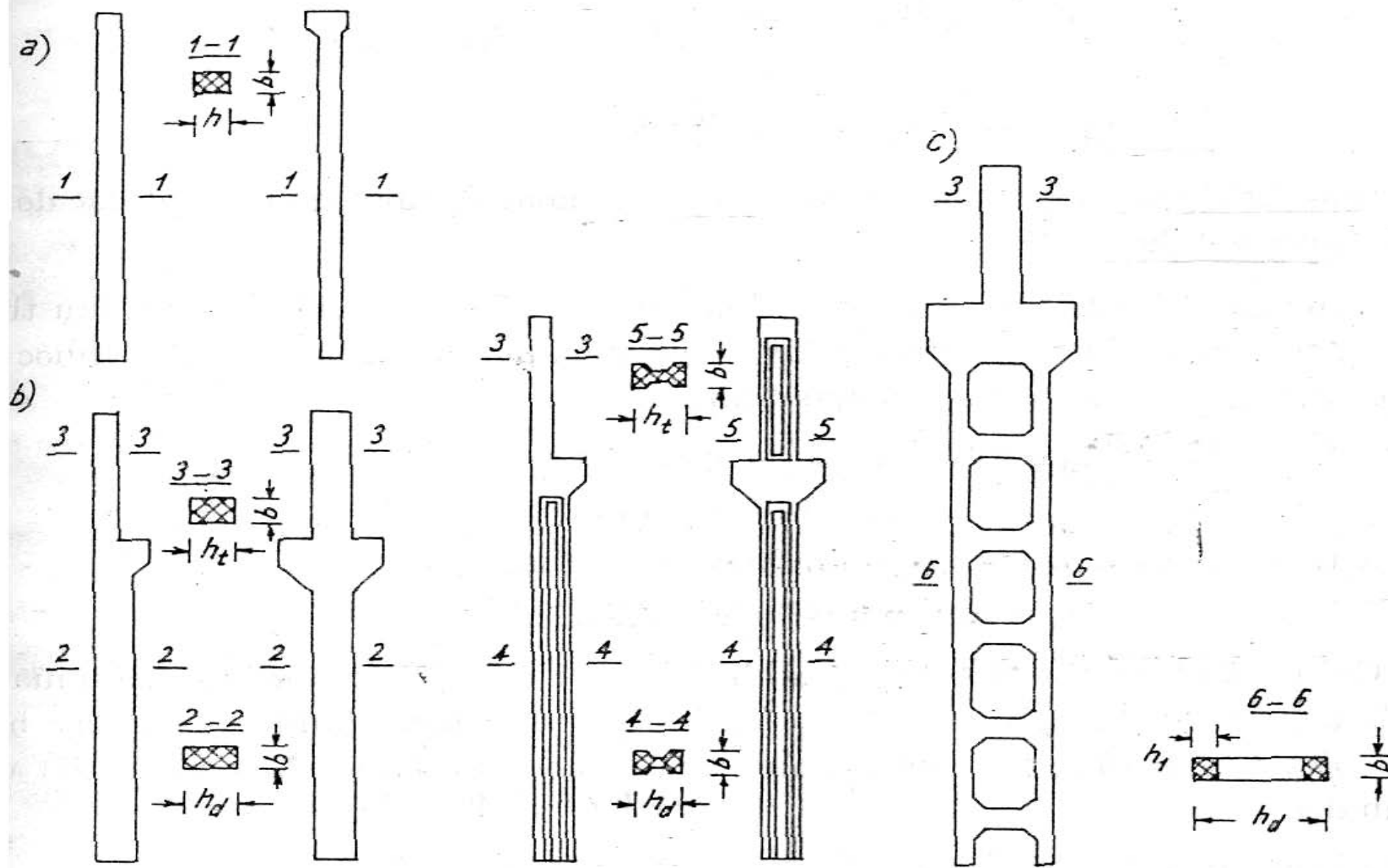
- Đảm bảo độ mảnh theo cả 2 phương :

$$\lambda = l_0/r_{\min} \leq 139 \text{ (tiết diện bất kỳ) hoặc}$$

$$\lambda_b = l_0/b \leq 30 \text{ (tiết diện } \square \text{)}$$

2. Lựa chọn kích thước

- Kích thước tiết diện của cột đặc tiết diện \square :
 - Chiều cao cột trên h_t
 - Chiều cao cột dưới $h_d = \left(\frac{1}{16} \div \frac{1}{10} \right) H_d$
 - Chiều rộng b của cột $b = \left(\frac{1}{25} \div \frac{1}{20} \right) H_d$
- Thiết kế định hình: khi bước cột $a=6m$, có thể chọn :
 - Cột biên : $b = 40cm$; $h_t = 40cm$; $h_d = 60 cm$
 - Cột giữa : $b = 40cm$; $h_t = 60cm$; $h_d = 60 \div 80 cm$



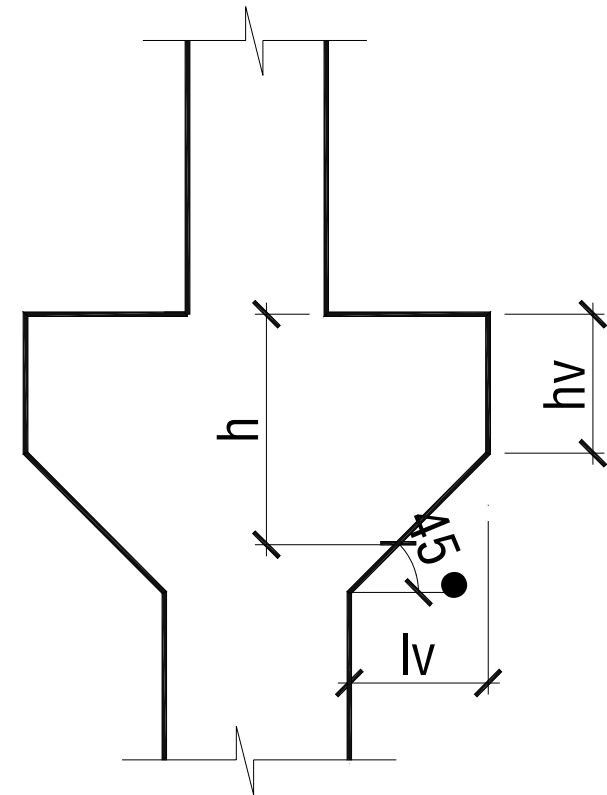
Các loại cột nhà một tầng

a) cột nhà không có cấu trúc ; b) cột một nhánh ; c) cột hai nhánh.

b. Lựa chọn kích thước

■ Cấu tạo vai cột:

- $l_v \leq 0,9h_0$
- $h_v \geq 200$;
- $h_v \geq 1/3h$
 h_v là bội số của 100 .



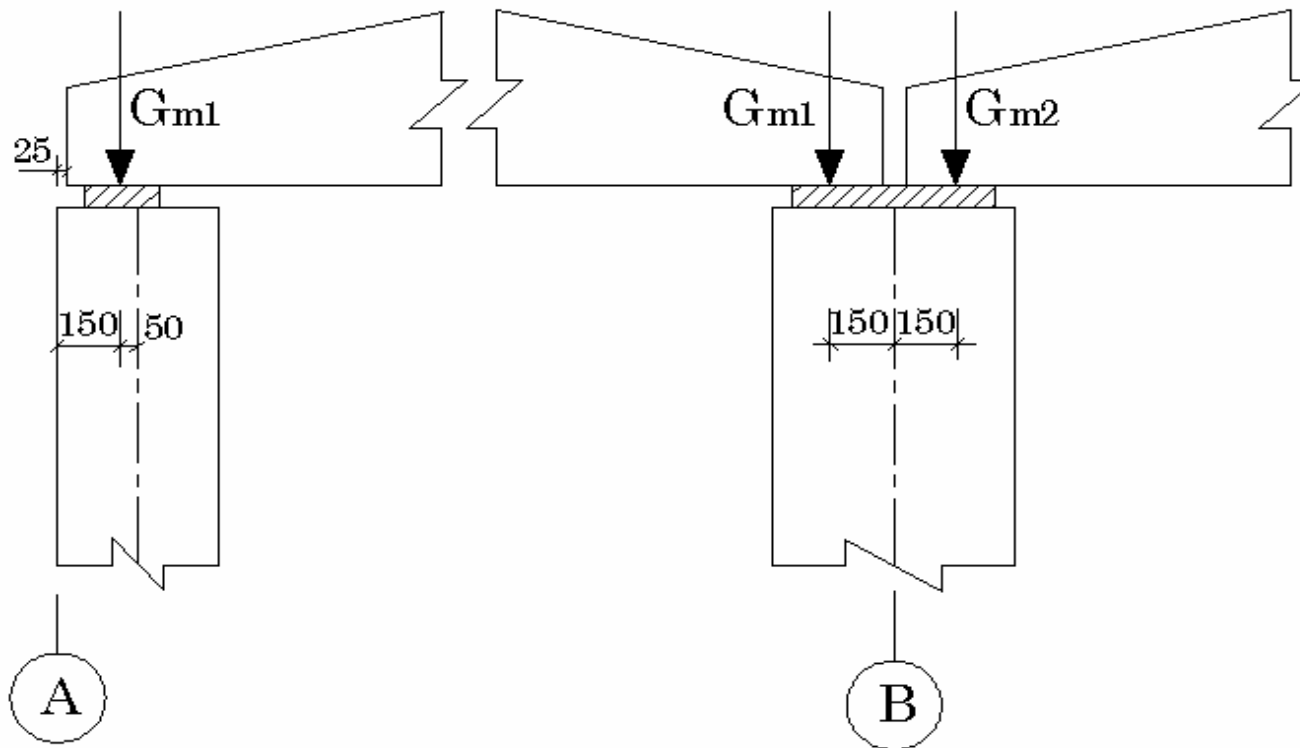
c. Tải trọng tác dụng

■ **Tĩnh tải mái :** $G_m = 1,1 \frac{D_m^c}{2} + q_m \frac{aL}{2} + 1,1 \frac{D_{cm}^c}{2}$

- D_m^c : tải trọng tiêu chuẩn của dầm (dàn) mái
- D_{cm}^c : tải trọng tiêu chuẩn của cửa mái
- $g_m = \sum g_{mi} \cdot n_i$ với g_{mi} là tải trọng tiêu chuẩn của từng lớp cấu tạo mái (kG/m²),
- n_i là hệ số vượt tải của g_i
- a : bước cột ; L = nhịp nhà ;

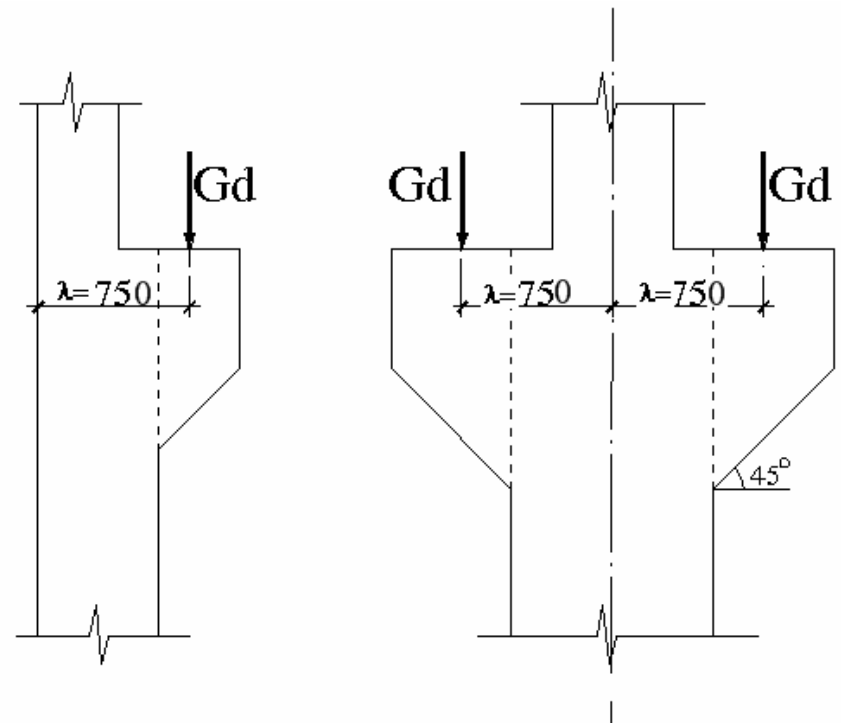
c. Tải trọng tác dụng

■ Tĩnh tải mái :



c. Tải trọng tác dụng

- **Tính tải dầm cầu trục:** $G_{dct} = 1,1(G_{dct}^c + g_r^c \times a)$
 - G_{dct}^c : tải trọng tiêu chuẩn của dầm cầu trục
 - g_r^c : tải trọng tiêu chuẩn của 1m dài ray, đệm
(lấy $g_r^c = 150 \div 200$)



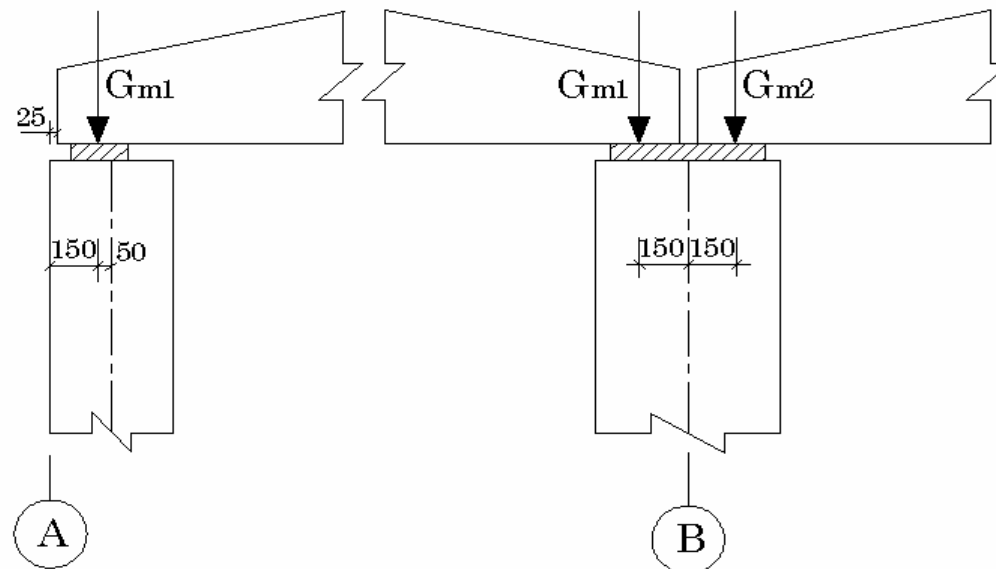


C. Tải trọng tác dụng

- **Trọng lượng bản thân cột**

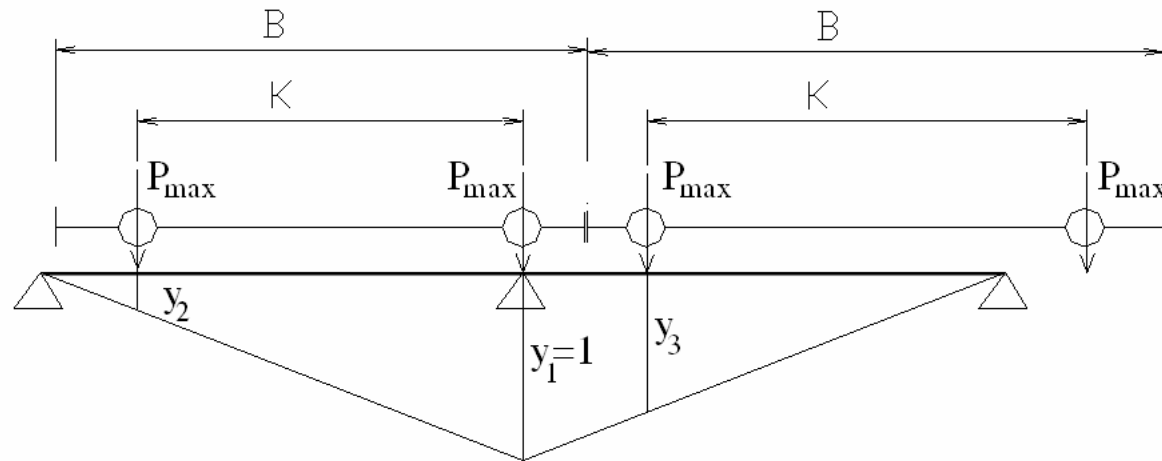
c. Tải trọng tác dụng

- **Hoạt tải mái:** $P_m = 1,3p_m^c \times \frac{aL}{2}$
 - P_m có cùng chiều và điểm đặt với G_m
 - Với mái không có người đi lại mà chỉ có người sửa chữa thì lấy $=75 \text{ kG/m}^2$



c. Tải trọng tác dụng

■ Hoạt tải do áp lực đứng của cầu trục



- $D_{\max} = 1,1P_{\max} \times \sum y_i$

- $D_{\min} = 1,1P_{\min} \times \sum y_i$

(y_i là tung độ của đường ảnh hưởng tại các tiết diện có đặt lực P_{\max})

c. Tải trọng tác dụng

■ Hoạt tải do lực hãm ngang của xe con

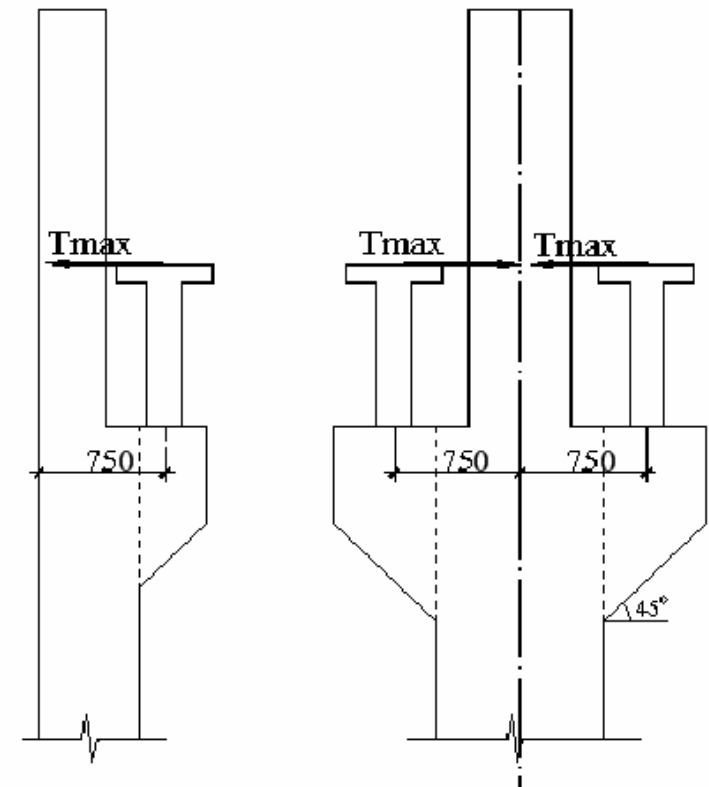
■ Lực hãm ngang

- Móc mềm $T = \frac{Q + G}{20}$

- Móc cứng $T = \frac{Q + G}{10}$

- $T_1 = 0,5T.$

- $T_{\max} = 1,1T_1 \times \sum y_i$

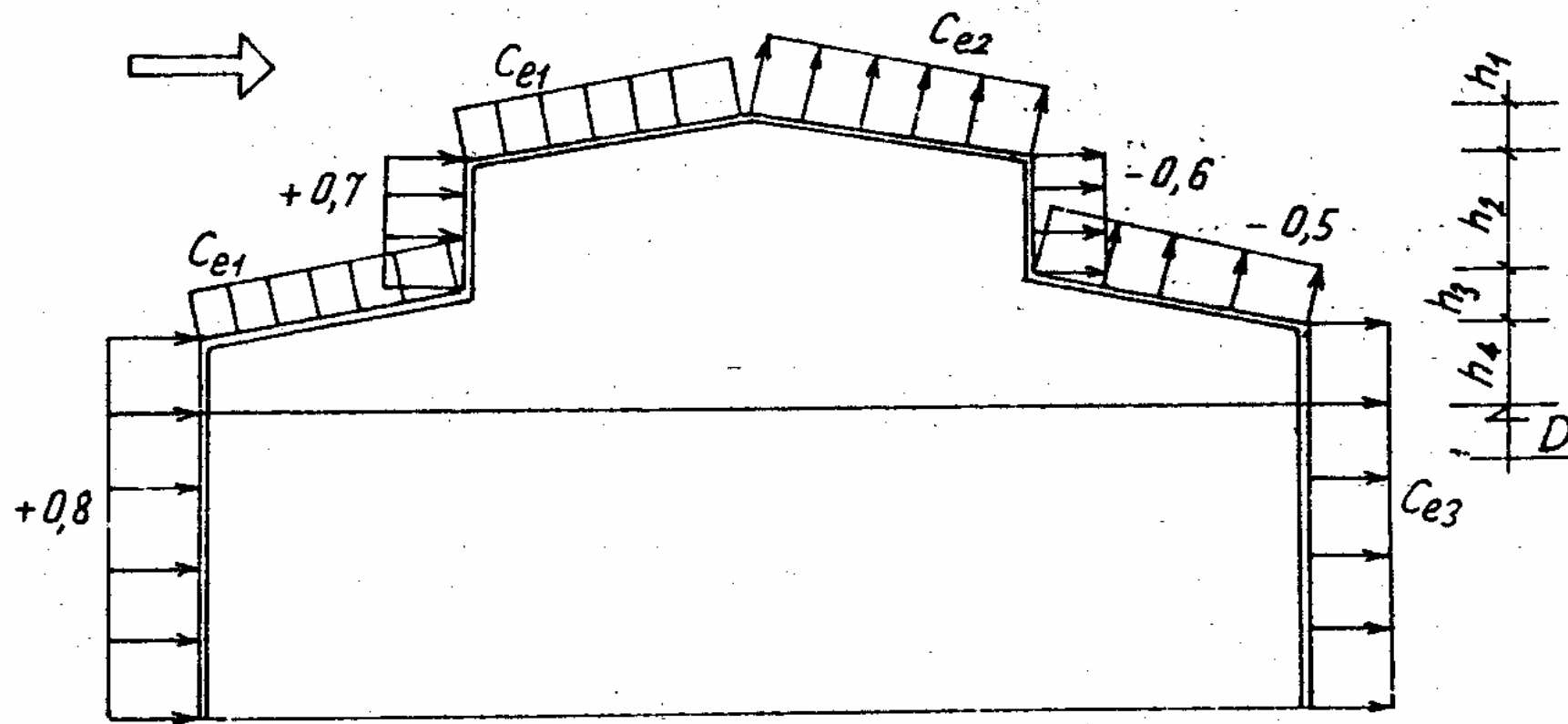


c. Tải trọng tác dụng

- **Hoạt tải gió** $W = nW_0 k C$ (kG/m²)
 - W_0 (kG/m²) là giá trị tiêu chuẩn của áp lực gió ở độ cao 10m so với cốt chuẩn, lấy theo TCVN 2737-1995.
 - $n = 1,2$ là hệ số vượt tải.
 - k : là hệ số kể tới sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình.
 - c : là hệ số khí động phụ thuộc hình dáng công trình, phía gió đẩy hoặc gió hút .

c. Tải trọng tác dụng

■ Hoạt tải gió



Sơ đồ xác định hệ số khí động

c. Tải trọng tác dụng

■ Hoạt tải gió

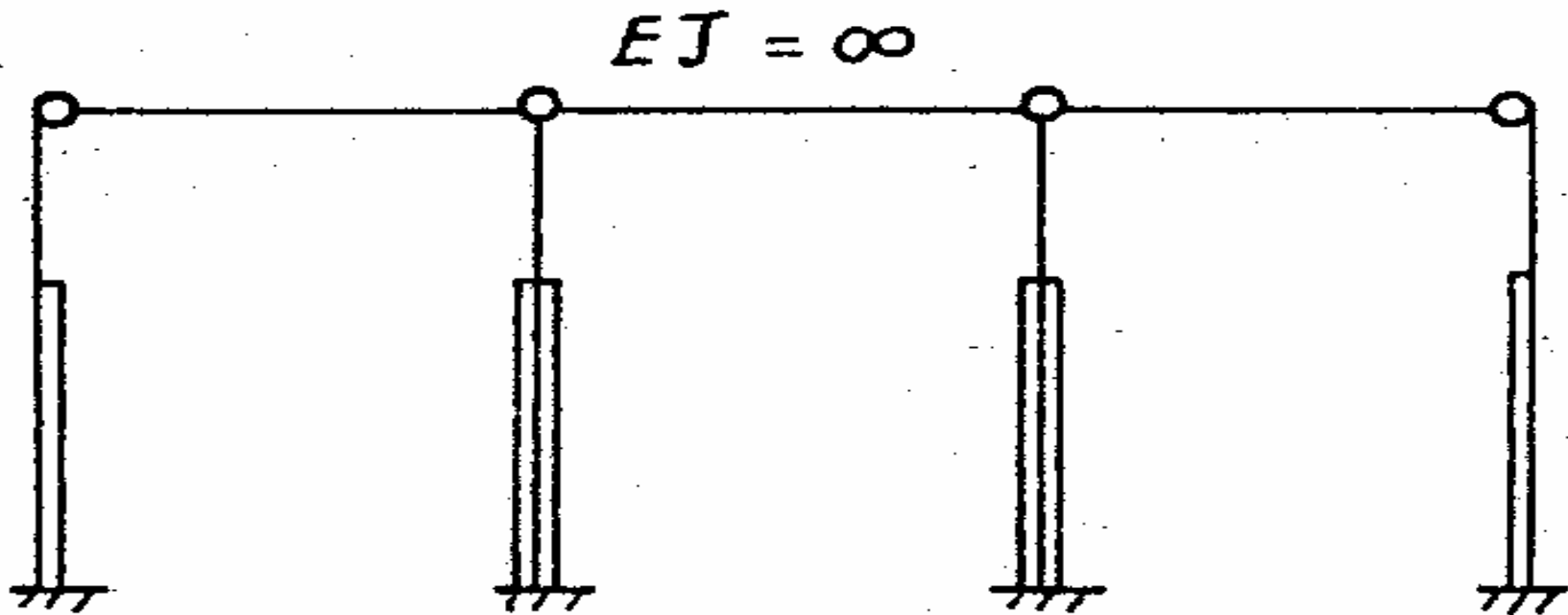


- Trong phạm vi chiều dài cột: $p = W \cdot a$ (kG/m)
- Trong phạm vi từ đỉnh cột đến đỉnh mái :

$$S_{1,2} = n \sum C_i h_i a k W_0 \text{ (kG)}$$

d. Xác định nội lực

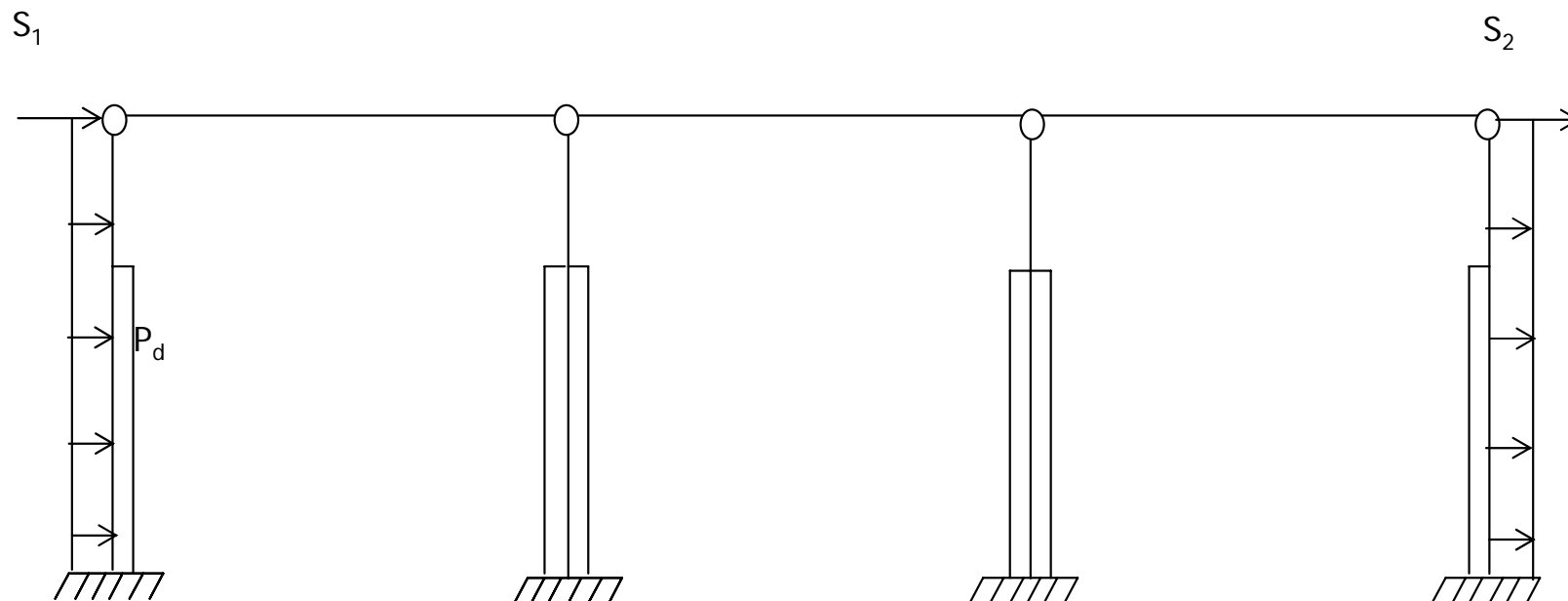
■ Quan niệm tính toán



Sơ đồ tính toán khung ngang

d. Xác định nội lực

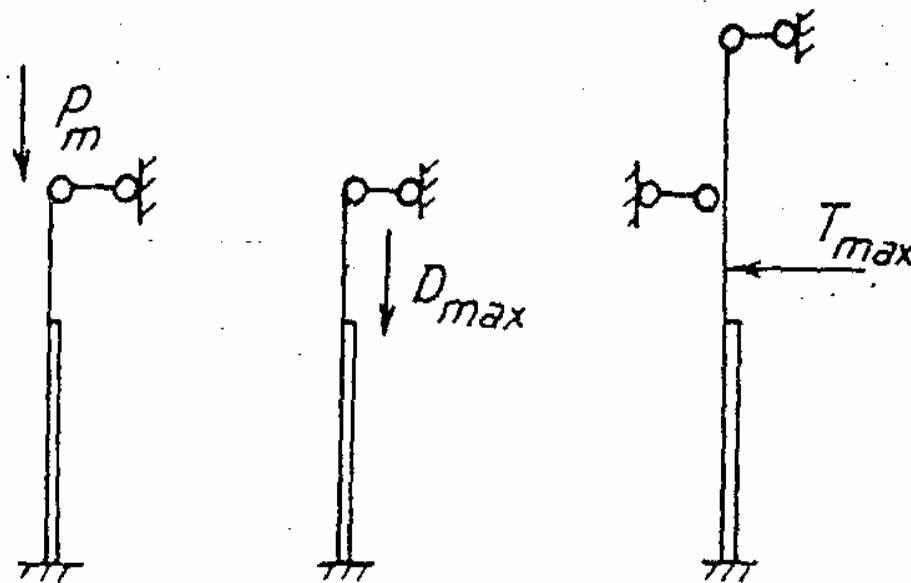
■ Quan niệm tính toán



Tính khung chịu tải trọng gió
-> Có chuyển vị ngang đầu cột

d. Xác định nội lực

■ Quan niệm tính toán



Sơ đồ tính toán cột khi bỏ qua chuyển vị ngang đầu cột

d. xác định nội lực

- **Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình**

- **Tính các đặc trưng:**

$$t = \frac{H_t}{H_d} \quad K = t^3 \left(\frac{J_t}{J_d} - 1 \right) \quad K_1 = \frac{(1-t)^3 J_d}{8J_0 n^2}$$

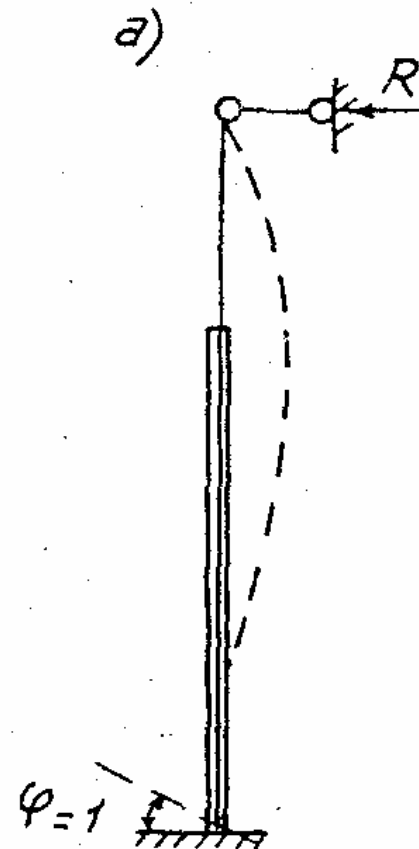
- J_0 :momen quán tính của tiết diện 1 nhánh.
- J_t :momen quán tính của tiết diện phần cột trên.
- $J_d = \frac{F_0 c^2}{2}$:momen quán tính tương đương của tiết diện phần cột dưới 2 nhánh
- c : khoảng cách 2 trục nhánh ;
- n : số các ô khung trong phần dưới cột 2 nhánh .

d. xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình

- Trường hợp a : ($\varphi=1$) ;

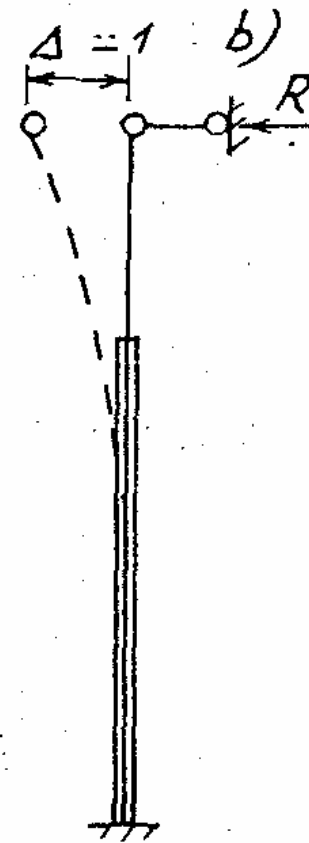
$$R = \frac{3EJ_d}{H^2(1+K)}$$



d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình
- Trường hợp b : ($\Delta=1$)

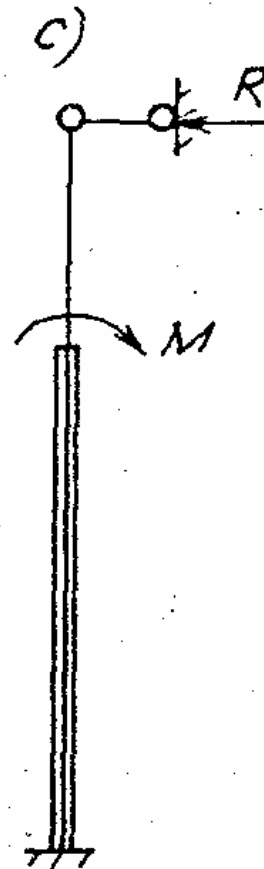
$$R = \frac{3EJ_d}{H^3(1+K)}$$



d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình
- Trường hợp c : ($M=D.e_d$)

$$R = \frac{3M(1-t^2)}{2H(1+K)}$$



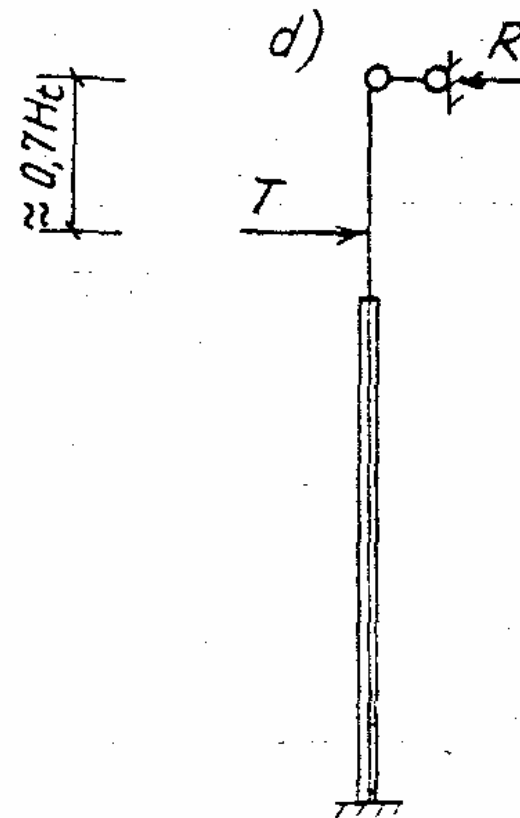
d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình

- Trường hợp d:

(T cách đỉnh cột $0,7H$)

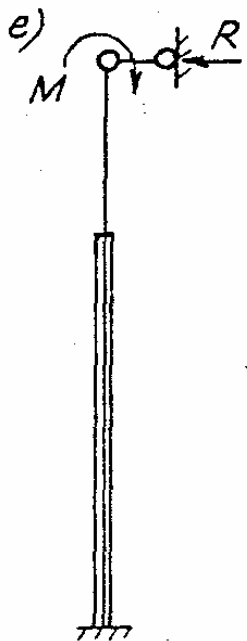
$$R = \frac{T(1-t)}{1+K}$$



d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình

- Trường hợp e : ($M = P.e_t$ tại đỉnh cột) $R = \frac{3M(1 + \frac{K}{t})}{2H(1 + K)} (*)$



- Nếu trục cột trên và dưới trùng nhau thì

$$R = R_1 \pm R_2 (**)$$

- R_1 tính theo công thức (*) với $M = Pe_t$
- R_2 tính theo công thức (*) với $M = Pa$
- Lấy dấu + trong (**) khi e_t và a nằm khác phía đối với trục cột phần trên.

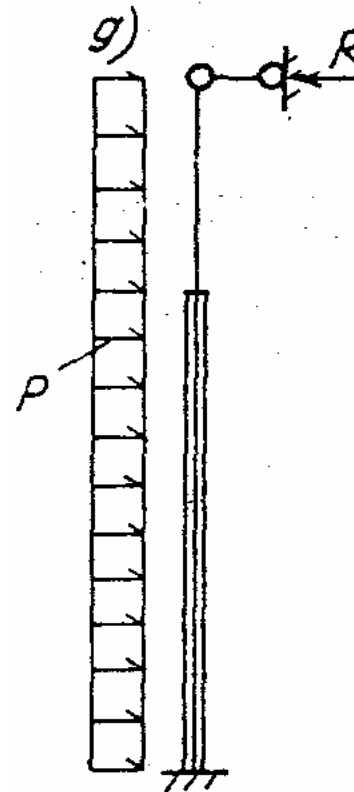
d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình

- Trường hợp g:

(gió trên toàn cột)

$$R = \frac{3pH [1 + tK]}{8(1 + K)}$$



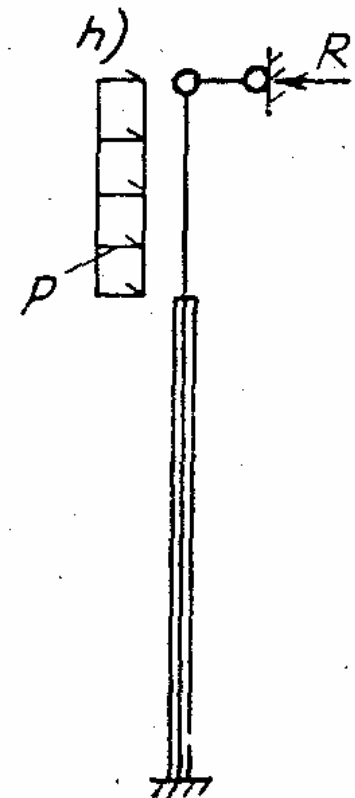
d. Xác định nội lực

- Xác định nội lực khung nhà ≥ 3 nhịp , cùng cao trình

- Trường hợp h:

(gió trên đoạn cột trên)

$$R = \frac{pH \left[3(1 + tK) - (3 + t)(1 - t)^3 \right]}{8(1 + K)}$$



d. Xác định nội lực

■ Nội lực do tĩnh tải

- Tĩnh tải mái : dùng sơ đồ e.
- Tĩnh tải dầm cầu trục : dùng sơ đồ c.
- Tổng nội lực do tĩnh tải:

$$M_{\text{tĩnh tải}} = M_{Gm} + M_{Gdct} ;$$

$$N_{\text{tĩnh tải}} = N_{Gm} + N_{Gdct} + G_{\text{bản thân cột}}$$

d. Xác định nội lực

■ Nội lực do hoạt tải mái và cầu trục:

- Hoạt tải mái : $M_{Pm} = M_{Gm} \times \frac{P_m}{G_m}$

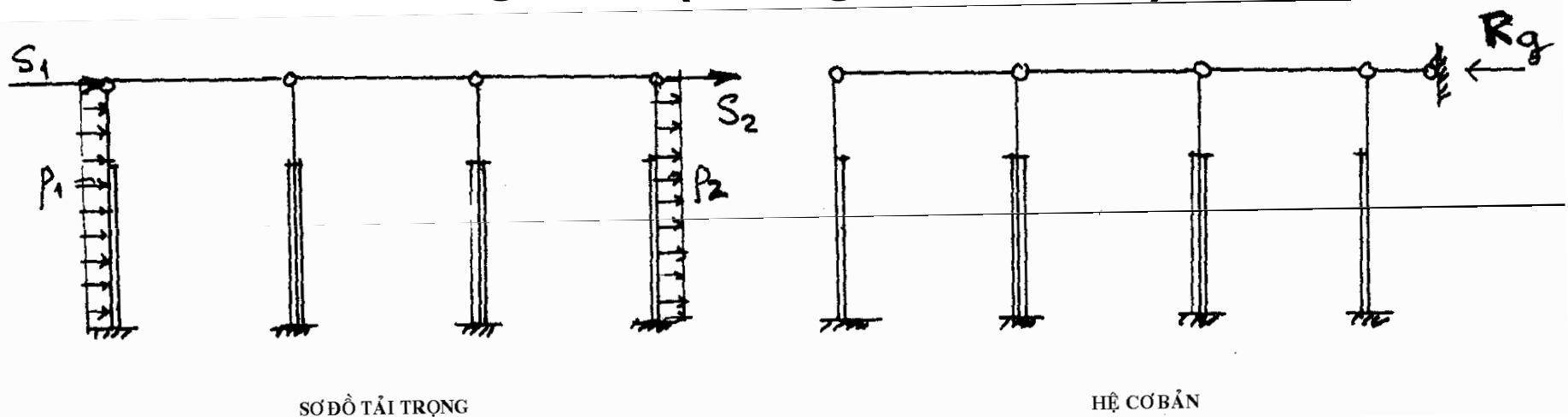
- Hoạt tải đứng của cầu trục: $M_{Dmax} = M_{Gdct} \times \frac{D_{max}}{G_{dct}}$

■ Lực hãm ngang của cầu trục:

- Dùng sơ đồ d) để tìm phản lực đầu cột. Từ đó xác định nội lực theo pp mặt cắt
- T_{max} có thể hướng vào hoặc hướng ra khỏi cột .
- Với cột giữa, có thể tính với $T_{max1} + T_{max2}$ hoặc chọn $\max\{ T_{max1}, T_{max2} \}$.

d. Xác định nội lực

■ Nội lực do gió : (dùng sơ đồ d)



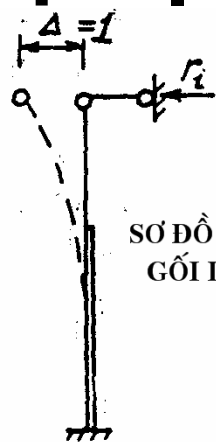
■ Phương trình chính tắc của pp chuyển vị :

$$r \cdot \Delta + R_g = 0$$

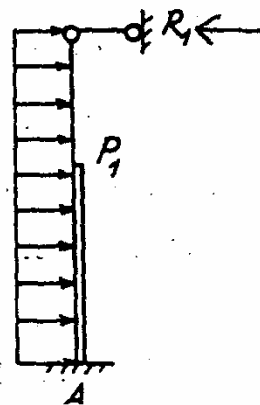
- $r = r_1 + r_2 + r_3 + r_4$ với các r_i xác định theo sơ đồ b) đối với từng cột.
- $R_g = S_1 + S_2 + R_1 + R_4$ với các R_1, R_4 xác định theo sơ đồ g) đối cột thứ 1 và thứ 4.

d. Xác định nội lực

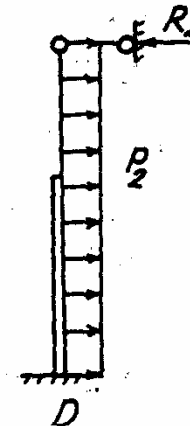
■ Nội lực do gió : (dùng sơ đồ d)



XÁC ĐỊNH r_i



XÁC ĐỊNH R_1

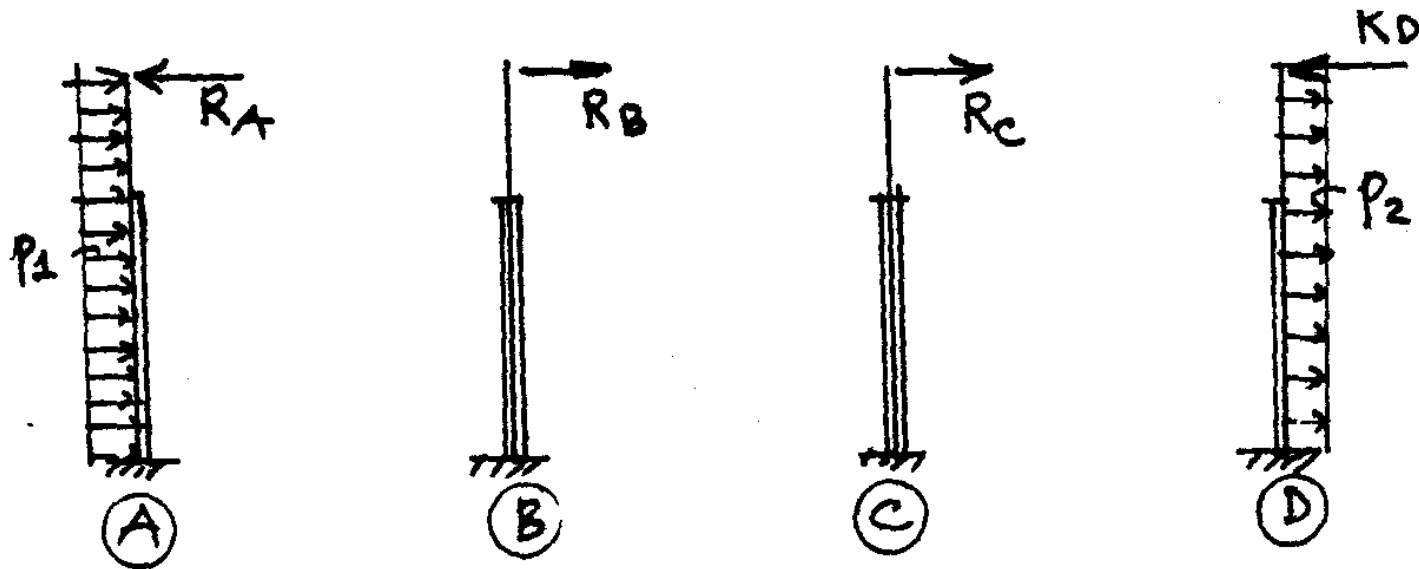


XÁC ĐỊNH R_4

- Giải được chuyển vị ở Δ đầu cột do tải trọng gió
- Suy ra phản lực tại đầu mỗi cột do tải trọng gió:
$$R_A = R_1 + r_1\Delta \quad ; \quad R_B = r_2\Delta \quad ; \quad R_C = r_3\Delta \quad ; \quad R_D = R_4 + r_4\Delta$$
- Xác định nội lực trong các tiết diện từng cột theo phương pháp mặt cắt.

d. Xác định nội lực

- Nội lực do gió : (dùng sơ đồ d)



d. Xác định nội lực

■ Tổ hợp nội lực

- **Tổ hợp cơ bản 1** : *nội lực do tĩnh tải + nội lực do 1 trường hợp hoạt tải bất lợi nhất.*
- **Tổ hợp cơ bản 2** : *nội lực do tĩnh tải + nội lực do nhiều trường hợp hoạt tải $\times n_{th}$*
(hệ số tổ hợp $n_{th} = 0,8 \div 0,9$ theo qui định)
- Với mỗi loại tổ hợp, tìm 3 cặp nội lực nguy hiểm tại mỗi tiết diện :
 $(M_{\max}, N_{\text{tư}}); (M_{\min}, N_{\text{tư}}); (N_{\max}, M_{\text{tư}})$
- Các tiết diện I,II,III cần M,N ; còn tiết diện IV ở chân cột thì cần xác định thêm Q (để tính móng).

e. Tính toán cột thép

- Chiều dài tính toán l_0 của cột đặt nhà 1 tầng lắp ghép có cầu trục

	Trong mặt Phẳng khung	Ngoài mặt Phẳng khung
Phần cột dưới	$l_0 = 1,5 H_d$	$l_0 = 1,2 H_d$
Phần cột trên	$l_0 = 2,5 H_t$	$l_0 = 2,0 H_t$

e. Tính toán cốt thép

■ Chọn cặp nội lực để tính cốt thép

Tại mỗi tiết diện nên chọn ít nhất 3 cặp :

- Cặp có $|M|$ lớn nhất: gây nguy hiểm cho cả vùng kéo và vùng nén .
- Cặp có N lớn nhất: gây nguy hiểm cho cả vùng nén .
- Cặp có $e=M/N$ lớn nhất : gây nguy hiểm cho cả vùng kéo .

e. Tính toán cốt thép

■ Tính cốt thép cho cột biên

■ Vòng 1 :

Với (M_1, N_1) tính $F_{a1} = F'_{a1}$

→ với (M_2, N_2) lấy $F'_{a2} = F_{a1}$ và tính F_{a2}

■ Vòng 2 :

Với (M_1, N_1) lấy $F'_{a1} = F_{a2}$ và tính F_{a1}

→ với (M_2, N_2) lấy $F'_{a2} = F_{a1}$ và tính F_{a2}



e. Tính toán cốt thép

■ Tính cốt thép cho cột biên

- Các vòng 3,4...được tiếp tục tương tự vòng 2
- F'_{a1} và F_{a2} xấp xỉ nhau (chênh lệch $\leq 15\%$):
dùng
- Lấy diện tích cốt thép này để kiểm tra cho cặp nội lực nguy hiểm thứ ba.

e. Tính toán cốt thép

■ Tính cốt thép cho cột giữa

Cột giữa đặt cốt thép đối xứng

- Chọn 2 cặp có momen ngược dấu :

(M_1, N_1) và (M_2, N_2) .

- Với (M_1, N_1) tính được $F_{a1} = F'_{a1}$

Với (M_2, N_2) tính được $F_{a2} = F'_{a2}$

- Chọn $F_a = F'_a = \max\{F_{a1}, F_{a2}\}$ rồi kiểm tra cho cặp nội lực nguy hiểm thứ 3

f. Tính toán vai cột

Vai cột chịu lực tập trung : $P = G_{dct} + D_{max}$

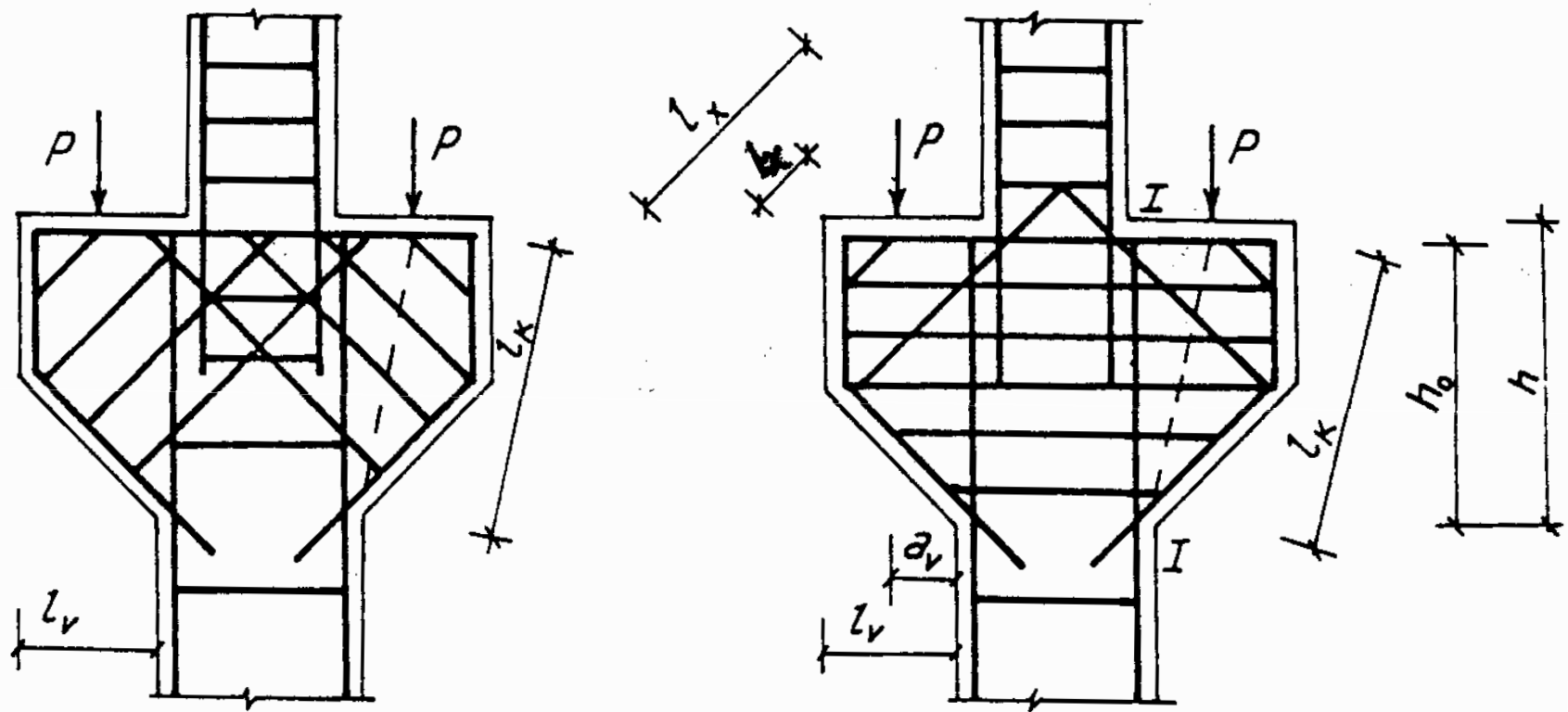
■ Kiểm tra kích thước vai :

- Theo điều kiện chịu cắt : $P \leq 2,5R_kbh_0$

$$P \leq \frac{1,2K_vR_kbh_0}{a_v}$$

- $K_v=1$ với tải trọng tĩnh và với cầu trục có chế độ làm việc nhẹ và trung bình
- $K_v=0,75$ khi cầu trục có chế độ làm việc nặng.
- $K_v=0,5$ khi cầu trục có chế độ làm việc rất nặng.

f. Tính toán vai cột



Sơ đồ tính toán vai cột

f. Tính toán vai cột

■ Tính cốt thép chịu uốn cho vai cột

$$M_1 = P \cdot a_v \longrightarrow A = \frac{1,25M_1}{R_n b h_0^2}$$

$$\begin{array}{c} \downarrow \\ \gamma = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2A}) \longrightarrow F_a = \frac{1,25M_1}{\gamma R_a h_0} \end{array}$$

f. Tính toán vai cột

■ Tính cốt đai và cốt xiên

- Khi $h \leq 2,5a_v$ dùng cốt đai nằm ngang đặt suốt cả chiều cao.
- Khi $h > 2,5a_v$ dùng cốt đai nằm ngang đặt suốt cả chiều cao và các thanh cốt xiên.
- Khi $h > 3,5a_v$ và $P \leq R_k b h_0$ chỉ cần đặt các thanh cốt đai ngang, không cần cốt xiên.
- Khoảng cách cốt đai $u \leq \frac{1}{4} h$ và $u \leq 150$;
- Đường kính cốt xiên $\phi_x \leq \frac{1}{15} l_x$ và $\phi_x \leq 25$
- Tổng diện tích của các thanh cốt đai nghiêng hoặc của các cốt xiên cắt qua nửa trên của đoạn truyền lực l_x không được bé hơn $0,002bh_0$

f. Tính toán vai cột

■ Kiểm tra ép mặt

(tại vị trí dầm cầu trực góc lên vai cột)

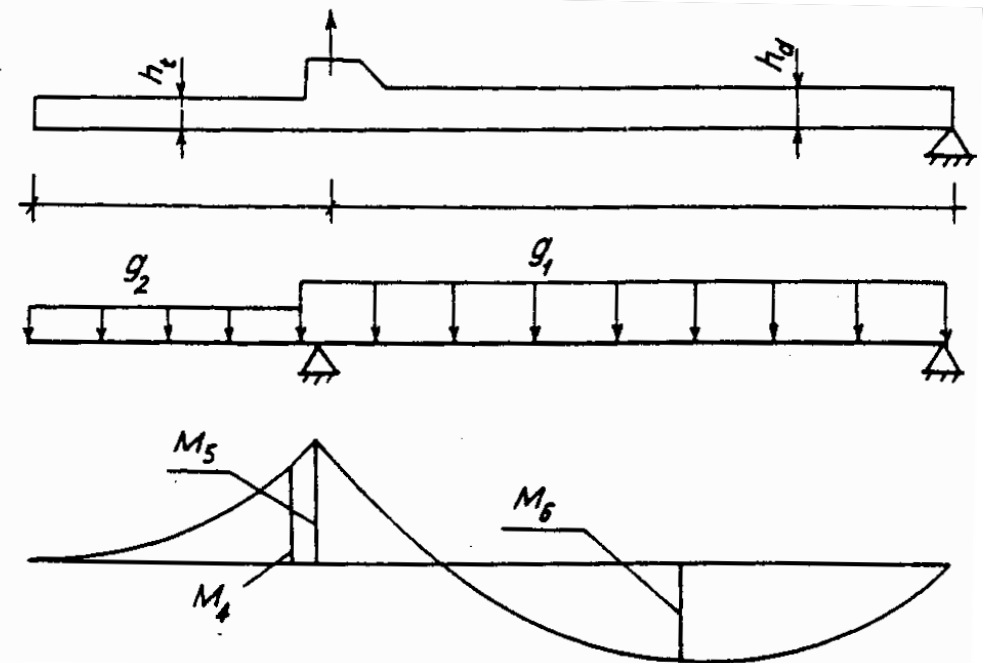
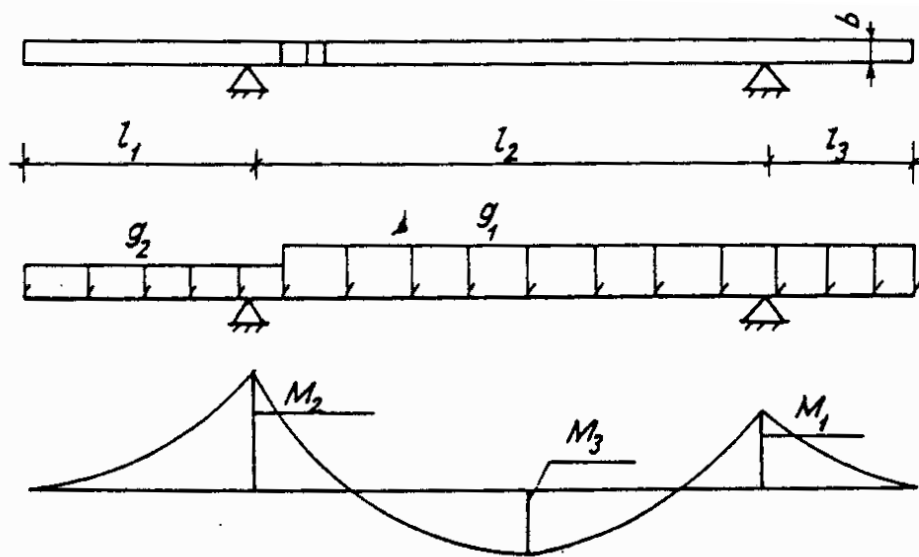
■ Điều kiện kiểm tra : $\sigma_{em} = \frac{P}{b_d \times l_1} \leq R_n$

- b_d =bề rộng dầm cầu trực
- l_1 =bề dài của 2 đoạn dầm cầu trực góc vào vai cột, có thể lấy $l_1 = b_{\text{vai cột}}$
- Nếu điều kiện ép mặt không thỏa thì đặt phải gia cố các lưới thép hoặc các tấm thép ở mặt trên vai cột .

g. Tính toán kiểm tra cột theo phương ngoài mặt phẳng khung

Bỏ qua momen uốn (không đáng kể) theo phương dọc do lực hãm dọc, do gió thổi từ đầu hồi vì đã có cột chống gió ở đầu hồi và hệ giằng bảo đảm ổn định theo phương dọc nhà. Do đó, chỉ cần kiểm tra cột theo nén đúng tâm với N_{\max}

h. Tính toán kiểm tra cột khi vận chuyển, cầu lắp





k. Hệ giằng

- **Hệ giằng đứng đầu dàn**
- **Hệ giằng ngang ở thanh cánh hạ của dàn**
- **Hệ giằng ngang ở thanh cánh thượng của dàn**
- **Hệ giằng cửa mái**
- **Hệ giằng đứng của cột**

